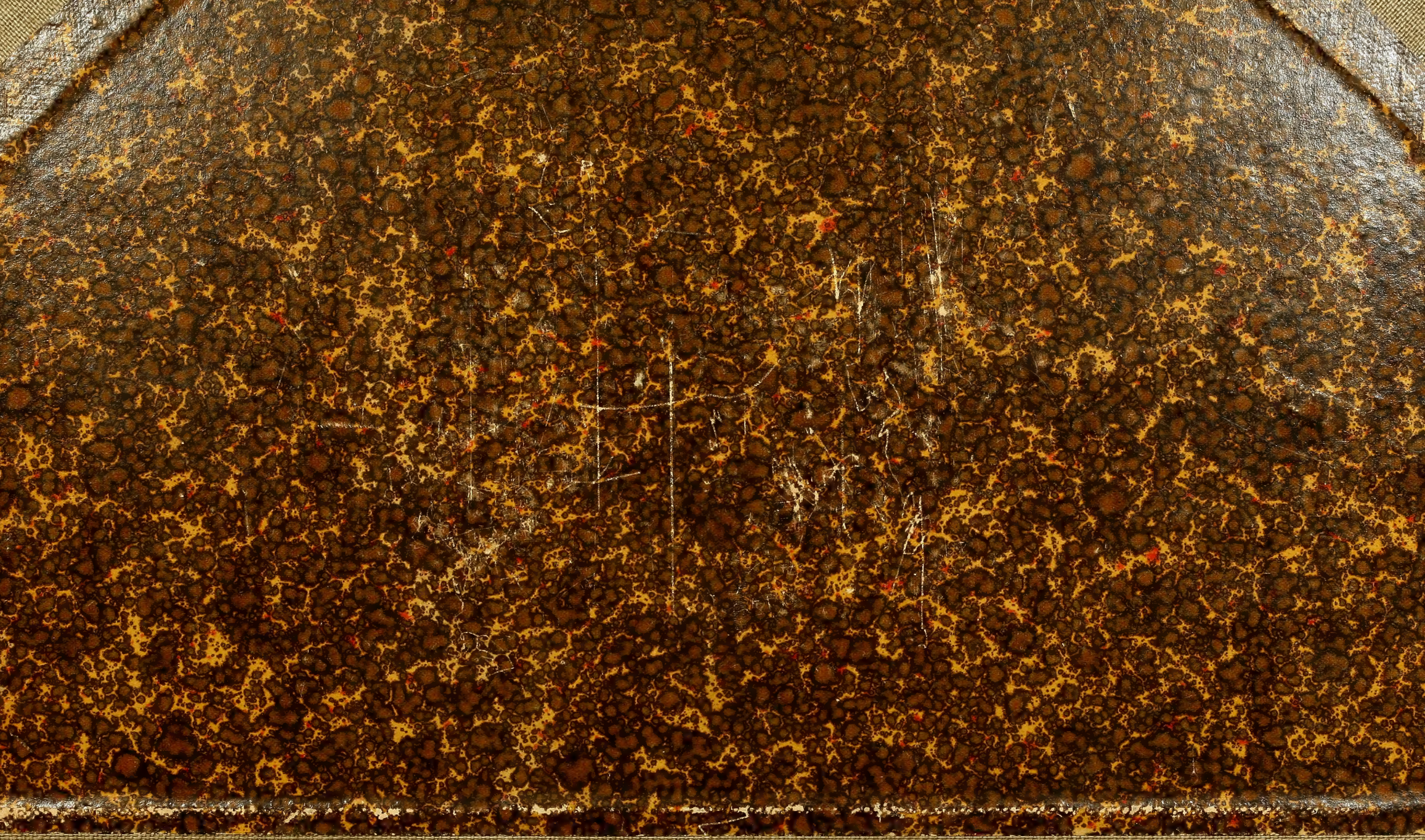


SVE 7476

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

12277

Exchange

February 7, 1907 – November 30, 1908

KUNGLIGA SVENSKA

VETENSKAPSAKADEMIENS

HANDLINGAR.

NY FÖLJD.

FYRTIOANDRA BANDET.

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

UPPSALA 1907—1908
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

FYRTIOANDRA BANDETS INNEHÅLL.

		Sid.
1.	Adlerz, G., Lefnadsförhållanden och instinkter inom familjerna Pompilidæ och Sphegidæ. II	1—48.
2.	Nordenskiöld, E., Arkeologiska undersökningar i Perus och Bolivias gränstrakter 1904—1905. Med 7 taflor	1—66.
3.	Nathorst, A. G., Ueber Thaumatopteris Schenki Nath. Mit 2 Tafeln	1— 9.
4.	Westman, J., Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901	1—55.
5.	Nathorst, A. G., Paläobotanische Mitteilungen. 1—2. Mit 3 Tafeln	1—16.
6.	Westman, J., Durée et grandeur de l'insolation à Stockholm	1—38.
7.	Nathorst, A. G., Ueber abweichend gebildete Blätter der Rotbuche (Fagus sylvatica L.). Mit 3 Tafeln	1— 8.
8.	Carlheim-Gyllenskiöld, O., Sur l'origine des spectres de bandes	1—62.
9.	Bohlin, K., Sur la réduction élémentaire du problème des trois corps	1—34.
10.	Gothan, W. Die fossilen Hölzer von König Karls Land. Mit 1 Tafel	1—44.
11.	Jäderin, E., Förnyade komparationer emellan Sveriges meterprototyp och några statens institutioner tillhöriga hufvudlikare och normalmått	1—37.
12.	Fries, R. E., Studien über die amerikanische Columniferenflora. Mit 7 Tafeln	1—67.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 1.

LEFNADSFÖRHÅLLANDEN OCH INSTINKTER

INOM FAMILJERNA

POMPILIDAE OCH SPHEGIDAE

II.

AF

GOTTFRID ADLERZ

MED 1 FIGUR I TEXTEN

MEDDELAD DEN 12 SEPTEMBER 1906

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN	LONDON	PARIS
R. FRIEDLÄNDER & SOHN	WILLIAM WESLEY & SON	LIBRAIRIE H. LE SOUDIER
11 CARLSTRASSE	28 ESSEX STREET. STRAND	174 BOULEVARD S:T GERMAIN

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 1.

LEFNADSFÖRHÅLLANDEN OCH INSTINKTER

INOM FAMILJERNA

POMPILIDAE OCH SPHEGIDAE

II.

AF

GOTTFRID ADLERZ

MED 1 FIGUR I TEXTEN

MEDDELAD DEN 12 SEPTEMBER 1906

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1906

I detta arbete lämnas ytterligare några bidrag till kännedomen om svenska rofsteklars lefnadsförhållanden, upptagande dels några intressanta typer, som jag ej förut haft tillfälle att studera, dels fullständigare iakttagelsefall öfver några andra, om hvilka förut blott fragmentariska meddelanden kunnat lämnas. Härtill har fogats en kort sammanställning af parasitiska drag i steklarnas lefnadsvanor.

De slutsatser, som jag trott mig kunna uttala i de allmänna kapitlen af mitt förra arbete, ha tre följande års iakttagelser ej gifvit någon anledning att modifiera, hvarför en upprepad sammanställning af det nya materialet ansetts obehöflig. Arbetet är därför närmast att betrakta såsom ett fullständigande tillägg till det föregående.

För bestämningen af de i det följande omnämnda spindlarna står jag äfven här i tacksamhetsskuld till Assistenten vid Statens entomologiska anstalt D:r A. Tullgren.

Sundsvall i augusti 1906.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

	Sid.
Salius sanguinolentus Fab.	7
Pompilus plumbeus Fab.	8
» *cinctellus* v. d. Lind.	11
» *niger* Fab.	13
Priocnemis exaltatus Panz.	13
Agenia intermedia Dbm.	14
Pseudagenia albifrons Dbm.	15
» *punctum* Fab.	24
Tryposylon figulus L.	25
Miscophus niger Dbm.	28
Tachysphex lativalvis Thoms	29
Gorytes campestris L.	30
Mimesa Shuckardi Wesm.	33
» *Dahlbomi* Wesm.	33
Diodontus medius Dbm.	34
Passaloecus turionum Dbm.	34
» *corniger* Shuck.	36
Pemphredon lugens Dbm.	37
lugubris Latr.	38
unicolor Fab.	39
Wesmaeli Moravitz	40
Crabro vagus L.	40
Parasitism och parasitiska tendenser hos steklar	42
Litteraturförteckning	47

Salius sanguinolentus Fab.

Då denna stekel omnämndes i mitt förra arbete, kunde inga upplysningar om dess lefnadssätt lämnas. De få ytterligare tillfällen till iakttagelser, som sedermera erbjudits, gifva blott några dunkla antydningar, som möjligen skulle kunna tydas så, att denna stekel ej är någon parasit.

1. $^{13}/_{7}$ 1905 sågs en hona af denna stekel på samma fyndort vid Okna i Östergötland, där jag flera år förut träffat den. Hon gick sökande omkring på marken bland ris och ljungbuskar i ett soligt och sandigt barrskogsbryn. Sällan sågs hon flyga och då endast kortare sträckor. På två ställen lade stekeln i dagen en särskild ifver, nämligen vid två på olika platser belägna vissna och hoprullade blad, hvilka han länge undersökte rundtom och i hvilka han sökte tränga sig in. I det ena fallet sågs han göra stickande rörelser inåt den hålighet, som omslöts af det torra bladet. Detta blad befanns sedan omsluta ett spindelbo, sådant som förfärdigas af Chiracanthium-arter, i hvilket funnos resterna af den döda spindeln. Äfven det andra torra bladet omslöt ett liknande bo, men alldeles tomt.

Sedan jag lyckats följa denna stekel med ögonen i mer än en timmes tid, förlorades han ur sikte.

2. $^{15}/_{8}$ återsågs stekeln på samma plats. Liksom förut gick han sökande kring på marken och flög blott obetydligt. Särskildt intresse lade han i dagen vid en liten sten, som låg inpackad mellan och delvis betäckt af barr och annat trädaffall. Med mycken möda trängde sig stekeln ner mellan barren och försvann för en kortare stund under stenen, hvarefter han kom upp och började söka vidare. Under stenen träffades sedan ett spindelbo, innehållande en alldeles oskadad, ung *Chiracanthium*, obestämbar till arten. Något ägg kunde ej upptäckas på honom. Han förvarades länge i en flaska och dog till sist. Stekeln själf åter infångades för experiments anställande.

I tanke att det kunde vara äggkokonger af spindlar, som denna stekel sökte, insläppte jag till honom några mindre Lycosider, som sprungo omkring med sin äggsäck fästad vid spinnvårtorna, men stekeln undvek dem. Ej heller brydde han sig om en under en sten funnen äggkokong, som låg fritt, utan att omslutas af något bo. Han lefde blott en vecka i fångenskapen.

Chiracanthium-arterna förfärdiga mellan torra blad ett bo, i hvilket äggen läggas, och i hvilket honan vaktar de nykläckta ungarna. Möjligen är det honan med äggen i ett sådant bo, som stekeln i fråga söker.

Pompilus plumbeus Fab.

Det enda meddelande, som jag funnit i litteraturen angående denna arts biologi, härrör från Nielsen,[1] som funnit arten mycket allmän längs hela Själlands nordkust. Han såg en sådan stekel bära en spindel, *Pirata piratorius* Clerk., men iakttog ej boet. Spindeln bars rätt fram. Arten uppgifves af Thomson[2] vara »ej sällsynt» i Skandinavien. Jag har blott träffat den på Öland, där den sommaren 1905 i juli och augusti var den allmännaste pompiliden på sandmarkerna mellan Stora Rör och Isgärde. Genom sina från våra öfriga arters märkligt afvikande instinkter erbjuder den ej ringa intresse. Af mina på nämnda plats gjorda iakttagelser må nedanstående anföras.

1. *Pompilus plumbeus* träffades i stort antal på sydsluttningen af några flygsandskullar väster om vägen mellan Stora Rör och Isgärde. Steklarna sprungo lifligt omkring på sanden eller sågos sysselsatta med att gräfva sina ofta igenrasande hålor. En hona sågs bära en liten spindel, hvarvid hon i påfallande motsats till andra Pompilider gick rätt fram, med högt upplyftad framkropp. Om en stund lade hon spindeln ifrån sig på sanden, gräfde därbredvid i största hast en liten grop af några millimeters djup, lade spindeln däri och krafsade sand däröfver. Sedan började hon söka efter sin håla och gick därvid in i flera öppna hålor i närheten, utan att synas tillfredsställd med någon af dem. Till sist förlorades hon ur sikte, men återkom om en stund och gräfde upp sin spindel, som hon bar några meter i en bestämd riktning, rakt fram som förut. Plötsligen lade hon åter spindeln ifrån sig och gräfde ånyo i sanden en liten grop, i hvilken bytet nedmyllades. Därefter gick hon ytterligare ett par meter i samma riktning som förut, kom fram till en öppen håla, där hon gick in och gräfde upp litet sand, hämtade sedan sin spindel, lade den i själfva mynningen, gick själf in och drog inifrån ner spindeln. Om några minuter visade hon sig i mynningen och gräfde upp sand en stund, gick så åter ner och stannade länge nere. Då hålan efter en half timme uppgräfdes, fanns stekeln ännu kvar däri, men spindeln anträffades ej i den lösa, nedrasande sanden.

2. En stekel af samma art sågs bära sin spindel rätt fram, liksom den föregående. En *Ceropales* förföljde honom halft flygande, halft gående. Då *Pompilus* lade spindeln ifrån sig på sanden och aflägsnade sig några cm., kom *Ceropales* genast fram, men bortjagades strax af *Pompilus*, som därefter fann sig föranlåten att gräfva en liten grop för att däri dölja sitt byte. Det visar sig således, att denne stekel

[1] 1900, sid. 276.
[2] 1874, sid. 143.

använder ett annat sätt att provisoriskt dölja rofvet än öfriga Pompilusarter, hvilka pläga gömma sin spindel ett stycke öfver marken i ett bladveck eller mellan några sammanlutande grässtrån. Fallet i fråga erinrar om några förut[1] meddelade iakttagelser öfver andra Pompilus-arter (*viaticus* och *fumipennis*), som undantagsvis försummat att provisoriskt dölja sitt byte, men genom en fiendes uppträdande föranleddes att godtgöra denna försummelse. Fastän nu Ceropales satt i närheten och iakttog hvad som försiggick, gjorde han inget försök att gräfva upp spindeln, då Pompilus omedelbart därefter aflägsnade sig. Detta borde dock varit lätt i den lösa sand, som i ett mycket tunt lager täckte den; men förmodligen saknar Ceropales helt och hållet instinkten att gräfva (jfr n:o 6). Efter ett kort besök i sin öppna håla, ur hvilken han uppgräfde litet sand, hämtade Pompilus sin spindel och bar den rakt fram bort till hålan. Ceropales förföljde härvid, men bortjagades af Pompilus, utan att denne släppte sin spindel. Liksom den förre lade han spindeln i själfva mynningen, gick själf ner och drog inifrån ner spindeln. Om 10 minuter visade han sig åter i mynningen, krafsande sand bakom sig ut ur hålan, hvarmed han höll på länge, innan han åter fördjupade sig i hålan. Då denna efter en halftimmes väntan ännu ej blifvit stängd, uppgräfdes den, hvarvid stekeln ännu fanns kvar däri. Spindeln anträffades på några cm. djup i den fuktiga undersanden. Han rörde benen tämligen lifligt. Stekelägget var fästadt i hängande ställning vid abdomens sida, nära dess bas.

3. En stekel af samma art kom bärande sin spindel på vanligt sätt, lade den ifrån sig på sanden och började att gräfva en skyddsgrop strax bredvid. Under de få ögonblick, som åtgingo härtill, kom en annan stekel af samma art förbi, grep spindeln och sprang bort med den ett par meter, hvarefter han gräfde en grop i sanden, i hvilken han provisoriskt dolde sitt stulna byte. Såsom jag förut meddelat,[1] ser man ofta honor af *Pompilus viaticus* dels med våld, dels med list söka bemäktiga sig hvarandras byten. Detsamma har jag äfven iakttagit hos *Pompilus rufipes*.

4. En stekel af samma art kom springande med sin spindel. På nära håll kunde det ses, att den bars vid en höft, med buksidan uppåt. Stekeln måste, då han går rätt fram, i stället för att som andra Pompilusarter släpa spindeln baklänges, lyfta upp hufvudet och framkroppen på ett i ögonen fallande sätt. Som vanligt gräfde han i sanden en liten skyddsgrop, i hvilken han dolde spindeln, hvarefter han gjorde ifriga slag kring gömstället, allt ibland återvändande dit och krafsande ännu litet sand däröfver. Därefter sprang han neråt sluttningen och inträngde i flera af de många därvarande öppna hålorna, innan han träffade sin egen, ur hvilken han uppgräfde litet sand. Sedan hämtade han spindeln, hvarvid han sökte i rätt vida slag, innan han träffade rätta platsen. Men väl anländ dit, gick han utan tvekan rakt till den punkt, där spindeln låg under sanden, utan att något för mänskliga ögon angaf dess befintlighet där. Raskt gräfde han fram den, grep den och skyndade ner till sin håla. Där lade han spindeln ifrån sig, denna gång ej i själfva

[1] 1903.

mynningen, såsom de föregående, utan ett par cm. därifrån. Sedan han fördjupat sig i hålan och strax därefter kommit upp med hufvudet före, sprang han fram till sin spindel, grep den och drog den nu *baklänges* den korta sträckan in i hålan. Om en kort stund visade han sig, krafsande sand bakom sig ur mynningen, hvarefter han åter försvann i hålan. Först $^3/_4$ timme därefter kom han upp och stängde genom att från alla håll krafsa ner sand i mynningen, till dess denna var alldeles dold, hvarefter han en lång stund fortsatte att krafsa sand hit och dit, ofta långt från hålan och i en helt annan riktning än denna låg.

5. En stekel af samma art sågs bära en spindel på det för denna art vanliga sättet. Han lade den ifrån sig på sanden, utan att som vanligt först dölja den i en skyddsgrop. Därefter sprang han till en på $^1/_2$ meters afstånd liggande håla, i hvilken han gick in för att strax därpå åter komma ut, utan att denna gång ha gräft upp någon sand. Han hämtade nu spindeln. Förmodligen var det hålans närbelägenhet som gjorde, att stekeln denna gång ansåg skyddsgrop obehöflig. Möjligen hade spindeln, innan han hämtats från större afstånd, varit dold i en sådan. Bytet nedlades några cm. från ingången, stekeln gick in, vände, kom ut, grep spindeln och drog den, liksom n:o 4, baklänges in i hålan. Därefter började han gräfva ut en mängd sand och krafsade ibland bort äfven den, som vid detta gräfningsarbete hopat sig utanför ingången. Slutligen fortsatte stekeln gräfningen uteslutande inuti hålan, hvarvid så mycket sand hopades i mynningen, att denna alldeles tillstängdes. Först efter ytterligare omkring $^3/_4$ timme kom han upp och krafsade nu sand öfver ingången, till dess den var alldeles dold.

6. En stekel af samma art sågs bära sin spindel på vanligt sätt, lägga den ifrån sig på marken och gräfva en skyddsgrop åt den i sanden. En *Ceropales*, som satt på lur på en ur marken uppstickande kvist, följde härunder med intresse hans åtgöranden. Då Pompilus efter en stunds krafsande fann, att spindelns bakkropp ännu stack fram ur sanden, drog han fram den och gräfde en ny skyddsgrop, i hvilken den fullständigt gömdes. *Ceropales*, som oafbrutet iakttagit *Pompilus* och med rakt framsträckta antenner vändt sig efter dennes rörelser, gjorde intet försök att gräfva upp spindeln, när Pompilus sedermera aflägsnade sig, hvarför denna skyddsåtgärd tycks vara ganska effektiv, åtminstone mot *Ceropales* (jfr n:o 2). Denna gång afbidade jag ej spindelns afhämtande.

7. En stekel af samma art sågs bära sin spindel och mot vanligheten lägga den ifrån sig utan skyddsåtgärder, medan han besökte sin ett par meter därifrån belägna håla. Jag tog bort spindeln, och vid återkomsten sökte stekeln åtminstone en half timme på platsen, därvid alltjämt återvändande just till den punkt där spindeln legat.

Utom de i det föregående anförda fallen ha ganska talrika fall iakttagits, i hvilka stekeln gräft skyddsgrop åt bytet och omedelbart före insläpandet i den definitiva hålan lagt det i själfva mynningen, så att det kan sägas, att detta förfaringssätt är regel och afvikelserna därifrån undantag. Samma egendomliga metod att provisoriskt dölja bytet och samma vana att bära det rätt fram återfinnes hos en nordafrikansk

art, *Pompilus pulcher* FABR., enligt hvad *Ferton* meddelar.[1] Denna art bebor sanddyner i Algier, och Ferton tror, att det är bristen på växtlighet på dessa lokaliteter, som kommit arten att uppfinna skyddsgropen för att sätta sitt byte i säkerhet mot röfvare och möjligen också mot solstrålarna.

Det förefaller mig som om *Pompilus plumbeus* skulle under gången ha en lätt igenkännlig hållning, men jag är ej fullt säker på, hvari det karakteristiska ligger. Dock tror jag det vara däri, att han håller hufvudet och framkroppen högre upplyftade än andra arter, möjligen i samband med vanan att bära bytet framför sig, hvilken gör en sådan hållning nödvändig.

Hålorna gräfvas påtagligen innan bytet fångas, och i de under eftermiddagens lopp gräfda tillbringar honan sedan natten. Dock är jag ej viss, om en sådan håla kan betraktas såsom färdiggräfd. Den långa tid, som stekeln använder på att gräfva i den, sedan bytet insläpats, kommer mig att tro, att själfva cellen i den fuktiga undersanden först då gräfves.

De små med tät, blygrå pubescens klädda hanarna sågos ofta antasta de gräfvande honorna och inränga i deras hålor. Till och med då ingången under gräfningen var sandfylld, sågos de söka gräfva sig in. Framemot kvällen träffades de ofta sittande i honornas hålor, närmare mynningen, i förstugan, medan honorna själfva sutto längre in. Stundom sutto 3—4 hanar i samma håla.

De af *P. plumbeus* förlamade spindlarna hämta sig ofta, utom de minsta, om en stund så mycket, att de kunna gå, om också ej så obehindradt som vanligt. De arter, som på denna plats utgjorde stekelns jaktbyten, voro: *Trochosa picta* HAHN, *Tarentula miniata* C. K. samt *Aelurillus insignitus* OLIV.

Pompilus cinctellus V. D. LIND.

Vid de få iakttagelser öfver denna stekel, för hvilka jag förut redogjort, lämnades en del frågor oafgjorda, bl. a. huruvida denna art själf gräfver sina hålor, eller om han endast begagnar tillfälligt anträffade gömslen för att däri förvara sitt jaktbyte och lägga sitt ägg. Då denna lilla pompilid under sistlidne sommar (1906) sedan midten af juli varit rätt vanlig på en plats i närheten af min vistelseort vid Arkösund, kan följande fullständigare iakttagelseserie lämnas.

Stekeln vistades helst under den glesa örtartade växtligheten och det torra gräset i själfva skogsbrynet och ofvanför kanten af ett där befintligt litet grustag. Han tycktes ogärna gå fram i det heta solskenet, men då solen beslöjades, visade han sig jagande på denna plats. De enda spindlar, som han sågs förfölja, voro Attider, och då han anträffades släpande ett byte, var det oföränderligen en Attid. Han sökte dessa under växtaffallet och i andra gömslen på marken. Då han lugnt gick omkring, lyfte han ofta vingarna och abdomen på ett karakteristiskt sätt, såsom förut anmärkts.

[1] 1891. p. 12. 1897. p. 8.

$^{5}/_{8}$ sågs en stekel af denna art bära en liten grönaktig Attid vid ett af frambenen, med hufvudet nedåt, så att, enär stekeln själf sprang baklänges, spindeln släpades på ryggen. Slutligen drogs den uppför den branta sidan af ett stort klippblock, och när stekeln där nått en viss höjd, sänkte han sig flygande till en ett stycke därifrån befintlig lägre sten, ett sätt att transportera, som stundom användes af Pompilider, som eljest släpa bytet på marken, men som kommit under fund med, att bytet kan enligt nämnda metod hastigare förflyttas en längre sträcka, enär den i så hög grad hinderliga växtligheten på marken på detta sätt undvikes. Vid sidan af den senare stenen låg en torr gren, och på en uppstående kvist af denna lades spindeln. Nu följde ett långvarigt sökande efter plats för hålan, hvarunder stekeln sågs stryka omkring i närheten, alltibland görande ett kortvarigt besök hos rofvet för att behålla dess plats i minnet. Slutligen fann han på en mossbevuxen klippa en plats, som tycktes motsvara hans anspråk, där i en fördjupning samlat sig ett litet lager af mylla, täckt af barrträdsaffall. Här började han gräfva på vanligt pompilidsätt, begagnande dels käkarna till att bortbära det lätta växtaffallet, dels frambenen att krafsa den lösa myllan bakåt. På jämförelsevis kort tid blef den grunda hålan färdig. Sedan gjorde stekeln mycket tydliga orienteringsslag kring densamma, först små till fots i de allra närmaste omgifningarna, sedan allt vidare, till omkring $^{2}/_{3}$ meters afstånd åt sidorna, med vingarnas tillhjälp och i hastig fart. Därefter hämtades spindeln, som först släpades ungefär hälften af den 2 meter långa vägen, hvarefter den lades utan skydd på marken, endast nödtorftigt dold af en liten kvist. Stekeln gjorde nu ett kort besök vid hålan. Då han åter skulle uppsöka sitt rof, som han lämnat utan några orienteringsslag, kostade honom denna försummelse ett mycket långvarigt och mödosamt sökande, innan han anträffade det. Med häftiga slag, dels flygande och dels gående, genomkorsade han i alla riktningar platsen omkring rofvet, såsom fallet plägar vara med Pompilider i enahanda belägenhet. Någon annan plan i sökandet kan därvid knappt skönjas, än att stekeln tycks vilja så hastigt som möjligt stryka fram öfver så många punkter som möjligt af det område, inom hvilket han förmodar, att hans rof befinner sig. Återfinnandet beror således på stekelns ihärdighet, som kan gynnas af en lycklig slump. Huru liten roll lukten härvid spelar, var äfven här tillfälle att se, i det stekeln otaliga gånger strök tätt förbi spindeln utan att märka honom. När han ändtligen återfunnits, transporterades han på samma sätt som förut, d. v. s. släpad baklänges vid ett framben. På samma sätt drogs han också in i hålan. Efter äggläggningen sågs stekeln i det inkastade ljuset mycket länge putsa sina antenner, hvarefter stängningen företogs på det sätt, som jag förut beskrifvit. Hålan uppgräfdes. Spindeln låg på ryggen i cellen med stekelns ägg fäst vid abdomens sida, nära dess bas, och med sin fria ända vänd uppåt. Under de följande dagarna gick spindeln alldeles obehindradt, såsom det tycktes, med Attidernas ryckvis skridande, lifliga gång, men han gjorde ej några hopp. Ägget kläcktes $^{12}/_{8}$ på morgonen, och ännu på kvällen, sedan larven sugit en hel dag på honom, gick dock spindeln vid beröring.

Pompilus niger Fab.

Om denna art har jag förut i korthet meddelat, att jag sett den gräfva hålor i sand i Medelpad, hvaremot jag ej sett den syssla med något byte. Sedermera har jag i Östergötland sett den upprepade gånger gräfva hålor på en sandig remsa af hafsstranden samt äfven iakttagit transporten af byte.

$^{15}/_{7}$ sågs en stekel af denna art bära sitt rof, en Lycosid, baklänges vid en af bakhöfterna. Stekeln skyndade i rask fart omkring 10 meter, innan han stannade vid foten af en lodrät klippvägg. Här lade han spindeln ifrån sig på marken, sprang ett stycke utefter klippväggens fot och därefter snedt uppför den, till dess han kom till en mosstufva, där han gick in i en öppning mellan moss-stråen. Om en stund återvände han till spindeln och drog den ett par meter utmed klippans fot, lade den åter ifrån sig, sprang snedt uppför klippan till mosstufvan, där han gick in i samma öppning som förut, hvarefter han återvände till sitt byte. I detta, liksom i förra fallet, fann han rofvet utan sökande, fastän han ej setts göra några orienteringsslag. Då han med sin börda nått fram till mosstufvan, fann han också utan mycken tvekan öppningen, i hvilken spindeln drogs in. Öfverhufvud kan det sägas, att denna stekel röjde mera »lokalsinne» än någon Pompilid, som jag förut iakttagit.

Då jag en stund därefter infångade stekeln, torde han ännu ej ha börjat stängningen af hålan, och hans byte måtte ha fullständigt återhämtat sig från förlamningen. Ty då mosstufvan undersöktes, sprang en Lycosid af samma utseende, som den stekeln burit, med rask fart fram därur och undkom, och någon annan anträffades ej.

Priocnemis exaltatus Panz.

Till det lilla, som är kändt angående arterna af detta släkte, kunna nu följande iakttagelser läggas.

1. En *Priocnemis exaltatus* sågs $^{9}/_{8}$ vid Arkösund i Östergötland bära sin spindel i ett sandigt och soligt skogsbryn. Stekeln gick därvid baklänges och bar spindeln än vid någon af bakhöfterna och än vid någon af de bakre benparens mellersta leder. Ofta lade stekeln rofvet ifrån sig på marken och sprang i förväg till en öppen håla i en grusbacke, hvarefter han, efter att sålunda ha uppfriskat sitt minne af målets läge, hämtade spindeln och till sist insläpade den, hvarvid den bars på samma sätt som förut. Efter $^{1}/_{2}$ timmes väntan hade stekeln ännu ej visat sig, och hålan uppgräfdes. Stekeln befanns sysselsatt med att stänga en sidocell, i hvilken spindeln inlagts. Utmed samma hufvudgång funnos dessutom två andra, förut stängda sidoceller, hvar och en innehållande en spindel. På alla spindlarna var stekelns ägg fästadt hängande vid sidan af bakkroppen, nära dess bas. Spindlarna vora unga ex. af *Ciniflo fenestralis* Ström.

I ett föregående meddelande om denna stekel[1] har jag omnämnt ett fall, i hvilket gången tycktes afdelad i två i rad liggande celler. Ofvan anförda iakttagelsefall bestyrker min därvid uttalade förmodan, att *Priocnemis* i anordningen af sina celler skulle mera öfverensstämma med släktet *Agenia* än med släktet *Pompilus*, hvars arter ej pläga anordna flera celler i samband med samma hufvudgång. Af särskildt intresse tycks det mig dock, att afvikelse från denna eljest undantagslösa regel kunnat artificiellt framkallas hos *Pompilus viaticus*, såsom jag i mitt föregående arbete omnämnt.[2]

Ferton, som iakttagit flera Priocnemis-arter i Syd-Frankrike, nämner ingenting om flercelliga bon. Ett afvikande sätt att bära rofvet kommer till användning hos *Priocnemis hyalinatus* Fab, hvilken Ferton sett gripa sin spindel kring insnörningen mellan cephalothorax och abdomen och *bära den rätt fram.*[3] I detta afseende liknar denna Priocnemis den af Ferton iakttagna *Pompilus pulcher*, hvilken jämte den af mig studerade *Pompilus plumbeus* eljest är den enda pompilid, som regelbundet afviker från den föröfrigt inom familjen utbredda vanan att springa baklänges vid transporten af rofvet. Hos släktet *Pseudagenia* användas båda metoderna.

Agenia intermedia Dbm.

Såsom kompletterande förut[4] lämnade meddelanden om denna stekel, särskildt beträffande boets stängning, må nedanstående iakttagelser anföras.

1. $^{8}/_{8}$ 1904 sågs en stekel af denna art i Borgsjö i Medelpad sysselsatt med att på en på marken liggande gammal stock hopsamla små murkna träfragment, som inburos i ett litet hål i stocken. Om en stund upphörde han därmed och flög upp på ett närstående nässelsnår, där han sökande vandrade omkring från blad till blad, förmodligen på spindeljakt. Gången var då ännu ej fylld till mynningen. På eftermiddagen samma dag hade stekeln däremot stängt ingången, genom att i själfva mynningen, i plan med stockens yta, anbringa en propp af små hopklibbade träfragment, som på ytan voro grå, liksom stocken själf, men därunder hvitgula. Därvid är emellertid att märka, att det nämnda grå ytlagret visserligen öfverensstämde i färg med stockens yta, men att detta åstadkommits därigenom, att stekeln bortskrapat stockens ytlager närmast omkring mynningen på omkring 2 kv.-cms yta för att i stället placera det ofvanpå själfva proppen. Om, såsom man skulle kunna förmoda, stekeln belagt proppens yta med träsmulor af en särskild färg för att göra den så litet i ögonen fallande som möjligt, så hade sålunda det åsyftade ändamålet ändå icke uppnåtts, enär proppen nu i färg afstack mot sin omedelbara omgifning af en gul ring. Ett liknande förfaringssätt har jag, såsom i ett annat arbete skall beskrifvas, sett *Odynerus bifasciatus* använda.

[1] 1903. sid. 36.
[2] ibid., sid. 13, *P. viaticus* n:o 11, 12 och 15. Jfr ett liknande iakttagelsefall af Ferton, 1891. sid. 13.
[3] Ferton. 1897. sid. 25.
[4] 1903. sid. 37.

Innanför mynningen voro två af löst liggande träfragment skilda celler anordnade, hvardera innehållande en på ryggen liggande spindel (Thomisid) med stekelns ägg fästadt i ena fallet tvärs öfver och i andra fallet snedt öfver abdomens undersida.

Äggen kläcktes efter en embryonaltid af omkring 8 dagar. Temperaturen var under tiden ganska låg. Den ena larven dog, och hans spindel gafs åt den andra larven, som dock försmådde den och inskränkte sig till att uppäta sin egen. Larvens ät-tid var omkring 10 dagar, hvarefter en ofullständig, hvit kokong spanns vid glasrörets vägg. Förpuppningen ägde rum 8 dagar därefter. Ur puppan kläcktes en hane efter ytterligare 15 dagar, d. v. s. $^{19}/_{9}$. Det förefaller sannolikt, att honorna af en vid så sen årstid utvecklad generation öfvervintra, i likhet med hvad jag visat vara fallet med en annan pompilid, *Pompilus viaticus*.

2. $^{16}/_{6}$ 1906 sågos flera exemplar jagande mellan ris och torra grenar kring en i skogsbrynet stående tallstubbe vid Arkösund i Östergötland. Ett af dem sågs sysselsatt med att stänga ingången till sin håla i tallbarken. Stekeln sprang lifligt omkring och uppsökte barksmulor, barr och annat växtaffall, som tämligen löst instoppades.

Då hålan några timmar därefter undersöktes, befanns dess djup vara 4 cm. Yttre delen till en längd af 1,5 cm. var fylld af mycket glest och groft växtaffall. Därefter vidtog ett omkring 2 mm. tjockt lager af med spindelväf hopfiltade barksmulor och sandkorn. Därinnanför åter fanns en tät fyllning af fina barksmulor till en längd af omkring 1,5 cm. I cellen fanns en spindel, som bar stekelns ägg hängande vid sidan af abdomens främre del.

Pseudagenia albifrons Dbm.

Släktet *Pseudagenia* afviker icke blott från det närstående släktet *Agenia*, utan äfven från alla öfriga pompilidsläkten genom det sätt, på hvilket boen anordnas. Medan alla öfriga pompilider anlägga sina celler i tillfälligt anträffade eller af dem själfva gräfda håligheter, *bygga* arterna af detta släkte på skyddade ställen verkliga celler af lera. Samma vana återfinnes hos de amerikanska arterna af släktet. *Ashmead* omtalar[1] de fingerborgslika cellerna hos 4 arter från Nordamerika, hvilka liksom de europeiska förlägga sina bräckliga byggnader under något skydd för regnet. *Ferton*[2] säger sig i Algier ha sett, utom *Pseudagenia punctum*, en annan närstående art, som byggde alldeles likadana celler. Släktets olika arter tyckas sålunda i vidt skilda världsdelar använda samma från öfriga pompiliders skarpt afstickande byggnadssätt. Då till denna öfverensstämmelse äfven sälla sig öfverensstämmande vanor i andra afseenden, som sedermera skola omtalas, nödgas man förlägga uppkomsten af de nämnda för släktet utmärkande vanorna tillbaka till en mycket aflägsen tid.

Medan af våra europeiska arter *P. punctum* sedan långt tillbaka och ofta varit föremål för omnämnande, hvarvid särskildt dess cellbyggnad uppmärksammats, är det

[1] 1896.
[2] 1891, sid. 10.

däremot helt få författare, som haft tillfälle att iakttaga *P. albifrons*, hvarför blott föga detaljerade meddelanden om denna art återfinnas i litteraturen. *Kohl*[1] uppgifver, att *P. albifrons* samlar spindlar, men att den icke såsom *P. punctum* har för vana att afbita benen på sina offer. *Ferton* lämnar i detta afseende en motsatt uppgift[2] och tillägger, att denna stekel bär sina spindlar i flykten. Slutligen meddelar *Fabre*[3] angående formen af cellerna, att, medan *P. punctum* bygger äggrunda celler, äro de af *P. albifrons* förfärdigade bägarformiga, smalare vid basen och vidare vid mynningen. Han beskrifver deras släta insida och den ojämna yttersidan, där hvarje infogad börda af murbruk ter sig som en upphöjning. Medan yttersidan begärligt uppsuger vatten, så att den bräckliga byggnaden måste anbringas på någon skyddad plats, finner Fabre insidan vara liksom fernissad med något ämne, som hindrar vattnets inträngande. Han tror att byggnadsmaterialet där är blandadt med någon spottkörtelafsöndring, medan yttersidans murbruk tillredts med vatten.

1. Sedan åtskilliga exemplar af *P. albifrons* från midten af juni 1905 iakttagits på ett brant sluttande, soligt skogsbryn vid Arkösund i Östergötland och ofta setts inränga i håligheter i marken, där de dröjde kvar mycket länge, uppgräfdes $^{18}/_{7}$ en sådan hålighet, hvarvid stekelns bo anträffades. På undersidan af en flat, jordfast sten hade den fästat sina af sandblandad lera förfärdigade celler till ett antal af 15 bredvid hvarandra. Dessa celler voro till formen sådana som Fabre beskrifver dem, vidare mot mynningen och afsmalnande mot basen, hvartill jag kan lägga, att de slutna cellerna voro stängda af ett mer eller mindre platt lock, som var slätare och jämnare än cellens väggar föröfrigt, enär de lerbollar, af hvilka dessa lock byggas, ej såsom på väggarna framträdde i form af små upphöjningar. De flesta hade en lutande ställning mot underlaget, hvarvid detta, d. v. s. stenen, i mån af lutningen ersatte en större eller mindre del af cellens sidovägg. En del voro sammanbyggda med hvarandra, andra åter mera fristående, fastän sittande i hvarandras närhet. Deras längd var 12—13 mm. 9 voro slutna, men 6 öppna. De slutna innehöllo stekelns inspunna larver, hvilka kunde urskiljas tvärs igenom de tunna, genomskinliga kokongerna. I en af de öppna fanns en ganska stor spindel, hvars alla ben och ena palp voro afbitna. Stekelns ägg var fästadt tvärs öfver abdomens ryggsida, nära dess bas.

Det såg ut som om de öppna cellerna varit förut använda, ty deras kant var oregelbundet bruten, och i botten fanns en svartaktig fläck, som såg ut som larvens exkrementsäck. Spindeln låg i en sådan cell, hvarför det ser ut som om från föregående år kvarstående celler skulle ånyo användas af den ur samma celler utvecklade generationen.

2. Samma dag undersöktes på samma plats ett annat bo. Detta hade sin ingång i jorden, ett stycke från en jordfast sten, utmed hvars ena sida, förmodligen genom ras, bildats en stor underjordisk hålighet. På den vertikala sidan af stenen, som begränsade denna hålighet, hade stekeln hopat 28 celler, hvilka, i de fall då de

[1] 1880. sid. 237.
[2] 1897. sid. 29.
[3] 1891. sid. 19.

ej lågo omedelbart intill hvarandra, voro förenade af oregelbundna lameller af samma byggnad som cellernas väggar, d. v. s. bildade af små sammanklibbade klumpar af sandhaltig lera. Dock voro dessa lameller här och där genombrutna af små mellanrum mellan lerbollarna, medan cellväggarna åter voro täta, utan mellanrum mellan lerklumparna. Det hela utgjorde sålunda ett slags sammanhängande *cellkaka*.

I detta bo voro 26 celler slutna och innehöllo inspunna larver med afförd exkrementsäck (pseudochrysalider). De återstående 2 voro öppna, och åtminstone den ena af dem tycktes vara ny och ej förut använd, ty öppningen var jämn, cirkelrund, med afrundade kanter, som ej buro spår af att ha blifvit brutna. I botten af denna cell sågs ej heller någon exkrementsäck.

Sedan stenen återlagts på sin plats, utan att cellerna ännu blifvit rubbade, undersöktes boet två dagar därefter, en regnig dag, då stekeln befanns sitta på sin cellkaka och var lätt att fånga.

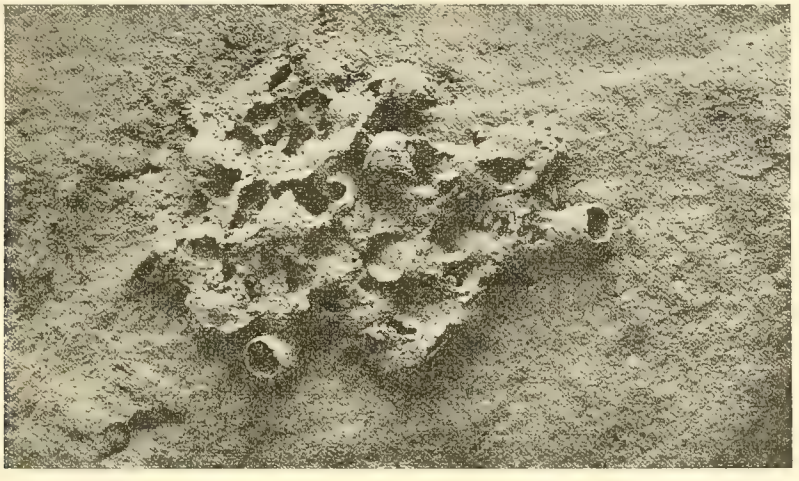


Fig. 1. Cellkaka byggd af *Pseudagenia albifrons*.

3. $^{20}/_{7}$ undersöktes två i samma backsluttning belägna bon, som hade gemensam ingångsöppning och voro anordnade i samma hålighet. De särskilda boens cellkakor sutto på undersidan af hvar sin af de två stenar, af ett barnhufvuds storlek, som bildade håligheten tak. I anledning af det regniga vädret höllo sig steklarna inne och sutto på hvar sin cellkaka.

Den ena cellkakan innehöll 29 celler, af hvilka 26 slutna och 3 öppna, ännu ej använda. Den andra innehöll 16 celler, 14 slutna och 2 öppna, påtagligen ännu ej använda. Flertalet celler lågo här, liksom i n:o 1 och 2, starkt lutade åt sidan, så att stenen bildade större eller mindre del af deras sidovägg. Då de lossades, kunde man följaktligen i den här uppkomna öppningen se stekelns kokong och den nederst i den smala ändan liggande exkrementsäcken. Liksom i n:o 1 och isynnerhet i n:o 2 voro flera celler sammanbyggda eller åtminstone förenade genom de under n:o 2 omtalade, af små lerbollar byggda, oregelbundna och här och där genombrutna lamellerna, hvilka förmodligen afse att ge en högre grad af stadga åt hela cellkakan och

som i sin form något erinra om de sirligt buktade, förkalkade djurstockarna af bryozosläktet *Retepora*.

Alla de slutna cellerna innehöllo Pseudageniakokonger utom en, som blott innehöll en hoptorkad spindel, hvars alla ben voro afbitna, men som hade sina palper i behåll. Spindelrester träffades i några af de slutna cellerna jämte Pseudageniakokongen, hvilket må anmärkas, enär *Verhoeff*[1] uppgifver, att de celler af *P. punctum*, där spindelrester finnas, ej härbärgera någon kokong af Pseudagenia, utan i st. en sådan af någon ichneumonid.

Enär alla de i cellerna anträffade Pseudagenialarverna redan voro inspunna, ser det ut som om jakttiden skulle varit nära sitt slut för åtminstone ägarna till dessa bon.

4. $^{25}/_{7}$ undersöktes ett Pseudageniabo under en i marken nedsänkt sten, bredvid hvilken ingången sågs stå vidöppen som vanligt. Cellkakan satt på stenens undre yta, och stekeln satt på densamma, möjligen sysselsatt med att mura nya celler, enär de 11 färdiga celler, som funnos, alla voro slutna. Då innehållet i dessa celler var mera växlande än i de förut omtalade boen, omnämnes härnedan hvarje cell för sig.

a. Här fanns en liten, blott 5 mm. lång spindel, med alla ben och palper i behåll. Den bar stekelns ägg fästadt tvärs öfver midten af abdomens ryggsida. Spindeln rörde trögt sina ben, då han berördes.

b. I denna cell fanns en större, 13 mm. lång spindel, som helt och hållet utfyllde cellen. Alla dess ben voro afbitna, men palperna funnos kvar. På sidan af abdomen, nära dess bas, satt stekelns $2^{1}/_{2}$ mm. långa larv, med hufvudet vändt mot ryggsidan och kroppens bakre ända hängande neråt buksidan.

c. Innehöll likaledes en stor, cellen helt utfyllande spindel med alla benen afbitna, men med oskadade palper. En 4 mm. lång stekellarv satt tvärs öfver abdomens ryggsida, nära dess bas.

d. Innehöll liksom de två föregående en stor spindel utan ben, men med palper, som han rörde ganska lifligt. Hvarken ägg eller stekellarv fanns i denna cell, men däremot en liten död parasitfluga.

e. Här fanns också en större spindel utan ben, men med palper, som han trögt rörde. Intet ägg och ingen stekellarv fanns, men däremot en liten lefvande spindelunge, som spunnit litet väf i det trånga utrymmet utmed väggen. Som han undkom, kan det ej afgöras, om det var en unge till den inlagda spindelhonan, som möjligen suttit på hennes abdomen, såsom en del spindelungar pläga. Hans oansenliga storlek och nykläckta utseende talade åtminstone därför. I annat fall måste han ha smugit sig in, medan locket höll på att muras öfver cellens mynning. Möjligen hade denna lilla opåräknade fånge ätit upp stekelns ägg.

f. Innehöll en större, fast hopskrumpen spindel med alla benen afbitna, men med palperna i behåll. Hvarken ägg eller larv af stekeln.

g. Innehöll en nyss inspunnen stekellarv, som ännu ej afört exkrementsäcken. Af spindeln funnos endast chelicererna kvar.

h. Innehöll stekelns kokong, i hvilken sågs en larv med afförd exkrementsäck (pseudochrysalid).

[1] 1891.

i. Samma innehåll som i föregående cell.

j. Innehöll en ichneumonidkokong, ur hvilken under höstens lopp stekeln utvecklades. Af spindeln funnos blott obetydliga rester kvar.

k. Denna cell innehöll en ichneumonidkokong af samma art, ur hvilken likaledes under höstens lopp stekeln kom fram. Men af spindeln fanns i denna cell större delen kvar, fastän i hoptorkadt skick. Han hade palper och ett af de främsta benen kvar.

5. $^{7}/_{8}$ sågs på samma plats en Pseudagenia bära en spindel med alla benen i behåll. Han bars vid en af bakhöfterna, med hufvudet nedåt. Stekeln gick därvid ständigt baklänges. Flera gånger lade han spindeln ifrån sig och sprang i förväg för att orientera sig, hvarefter han återvände och fortsatte att bära spindeln. Denna drogs till sist in under ris, kvistar och annat trädaffall, så att stekelns väg ej var möjlig att följa. Det lyckades mig därför ej att upptäcka hålan. Det skulle emellertid varit af intresse att få se, om spindelns ben skulle afbitas redan utanför hålan, eller om stekeln först skulle göra ett försök att i ostympadt skick inpassa den i cellen. Spindeln tycktes vara af den storlek, att man kunde vänta sig en stympning af dess ben af utrymmesskäl. (Se vidare n:o 9, 10, 13 och 14).

6. $^{9}/_{8}$ träffades på samma plats ännu ett *Pseudagenia*-bo under en sten. Cellernas antal var 13. Af dessa voro 2 öppna och ännu tomma, 3 innehöllo större spindlar med afbrutna ben, 6 innehöllo kokonger af *Pseudagenia* och 2 slutligen parasitstekelkokonger (ichneumonider).

7. Sommaren 1906 började enstaka exemplar af stekeln att visa sig på samma plats från 2:dra veckan i juni. Mot månadens slut hade deras antal ökats. De gingo sökande omkring och inträngde i markens håligheter, isynnerhet under stenar. De utsågo nu byggnadsplatser, och på somliga ställen sågos de genom gräfning utvidga håligheten under stenen för att bereda utrymme för sina celler. Då en byggnadsplats var funnen, med hvilken steklarna voro belåtna, sågos de, innan de åter lämnade den, göra långvarig orienteringsflykt ett tiotal cm. öfver marken, först i närmaste omgifningar, med nedslag här och där på öfver marken upphöjda föremål, sedan i vidare kretsar, hvarunder de dock förr eller senare åter sväfvade fram öfver boplatsen. Samma metod att i minnet inprägla läget af den funna boplatsen iakttogs hos flera steklar af samma art.

8. $^{25}/_{6}$ öppnades ett Pseudagenia-bo under en sten, där åtminstone 2 honor ofta setts gå in. Cellerna sutto på stenens baksida, d. v. s. på den inåt backen vända vertikala sidan, och deras ställning var mer eller mindre horisontell. De stodo tätt tillsammans utom en, som satt ensam för sig på en annan sida om stenen. De voro i detta fall ej förenade genom de genombrutna lameller af lerkulor, som omtalas under n:o 1, 2 och 3.

Antalet celler var 22, af hvilka 17 slutna och 5 öppna. Af dessa senare sågo 4 ut, som om de varit rester af föregående års genom stekelns framträdande brutna celler. En återigen hade åtminstone blifvit fullständigt reparerad och saknade nu blott locket.

Alla de slutna cellerna, utom 2, innehöllo hvar sin spindel. Tio af dessa spind-

lar, 7—10 mm. långa, saknade alla ben. Af de öfriga 5, som hade en längd af 6—8 mm., hade den minsta alla benen i behåll; en hade 3 ben på ena sidan och 1 på den andra; en hade 2 ben på ena sidan och 1 på den andra; slutligen hade de två återstående blott 2 ben på ena sidan i behåll.

Stekelns ägg satt hos 4 snedt öfver abdomens ryggsida, hos 3 satt det vertikalt vid sidan af abdomens främre del. Hos 7 sutto nykläckta stekellarver kvar i den sistnämnda ställningen, medan till sist den största af larverna, 4,5 mm. lång, satt på buksidan af spindeln.

Två af de slutna cellerna innehöllo kokonger, som omslöto möglade och hoptorkade larver, förmodligen af någon ichneumonid. Deras tillstånd gör sannolikt att de härrörde från föregående år (se vidare om detta bo under n:o 12).

En spindel med ägg ur detta bo inlades i glasrör, där ägget kläcktes $^{26}/_{6}$. Larven förtärde sitt foder och spann kokong. Då denna kokong $^{21}/_{7}$ öppnades, visade det sig att larven förpuppats, fastän puppan sedermera dött. Denna omständighet gör emellertid sannolikt, att denna stekel uppträder i 2 årliga generationer. (Se härom vidare n:o 16).

9. Samma dag sågs en Pseudagenia bära en spindel af omkring 9 mm. längd, på hvilken alla benen voro afbitna. Den bars vid en af palperna och stekeln gick därvid rakt fram, släpande spindeln med ryggsidan uppåt mellan sina ben, ett transportsätt, som ej iakttagits hos någon annan pompilid. Stekeln lade spindeln i ingången till sin håla och gick in, åtföljd af en hane. Men en annan hona befanns vara därinne, och mellan denna och den inträdande uppstod en förbittrad strid, sedan båda hastigt kommit ut, då de fastbitna vid hvarandra häftigt tumlade om på marken. Det slutade med att den främmande en stund blef liggande med hopdragna ben, till utseendet liflös. Detta var dock blott förställning, ty då angriparens vrede därigenom stillats och han gått sin väg, reste sig den fallne genast och började vandra omkring i hålans närhet, synbarligen lika kry som förut. Spindelns ägare släpade hastigt undan det utanför hålan liggande rofvet och dolde det under en sten. Först om $^{1}/_{2}$ timma vågade han komma fram därmed, då han bar sin spindel på samma sätt som förut och äfven denna gång vid inträngandet i sitt bo åtföljdes af en hane.

10. Samma dag sågs en annan stekel af samma slag bära en mindre spindel, med alla benen i behåll. Äfven denna bars vid en af palperna, med ryggen uppåt, och stekeln gick därvid rätt fram, släpande spindeln mellan sina ben. Kosan styrdes till det bo, som jag förut samma dag undersökt (n:o 8). Stenen hade visserligen åter lagts i samma ställning som förut, men det hade ej kunnat undvikas, att omgifningarna något rubbades. Stekeln kände därför ej igen platsen, utan gick sökande omkring. Därvid mötte han en betydligt större stekel af samma art, som antastade honom och tycktes ämna beröfva honom spindeln. Den anfallne undvek i början, men lade sig sedan med hopdragna ben på sidan, alltjämt dock fasthållande sin spindel, hvarvid angriparen gick sin väg (jfr n:o 9).

11. $^{14}/_{7}$ öppnades ett Pseudagenia-bo i ett grustag nära Arkösund. Boets ingång fanns under en sten, och sedan denna bortlyftats, sågos cellerna fästade på

framsidan af en därinnanför belägen, af jord helt och hållet täckt sten. Två öppna celler funnos, troligen ännu ej använda. Sju voro täckta af lock. Innehållet i de slutna cellerna var följande:

cell n:o 1: större spindel med alla ben afbitna; stekellarv (halfvuxen);
» » 2: mindre spindel med alla ben i behåll (möglad);
» » 3: spindel med alla benen i behåll på ena sidan, men med blott 1 på den andra; ung stekellarv;
» » 4: Pseudagenia-kokong;
» » 5: d:o
» » 6: d:o
» » 7: större spindel, utan ben (möglad).

12. Det under n:o 8 omnämnda boet, som $^{25}/_{6}$ undersökts, hvarvid alla cellerna öppnats och deras innehåll borttagits, hade återställts i sitt, såvidt sig göra lät, förra skick, d. v. s. stenen, på hvilken resterna af de undersökta cellerna voro fästade, hade inpassats i den fördjupning, i hvilken han förut legat. Steklarna fortforo att besöka detta bo och inburo spindlar däri under den följande tiden. $^{13}/_{7}$ togs stenen åter fram för ny undersökning. En mindre hona satt i boet, där hon nästan alltid brukade uppehålla sig, medan den större var ute på jakt.

Påtagligen hade stekeln reparerat de skadade cellerna. Nu funnos 7 öppna och tomma celler samt 9 slutna. De öppna cellerna voro påbyggda och färdiga för mottagande af rof, enär blott lock ännu fattades.

13. $^{21}/_{7}$ sågs en Pseudagenia albifrons bära en större spindel, på hvilken alla benen voro afbitna. Spindeln bars vid en palp och släpades mellan stekelns ben, med ryggsidan uppåt. Stekeln hvilade länge i gömslen på marken, men sågs ej göra några orienteringsslag för boets uppsökande. Slutligen bars spindeln in på samma sätt i boets ingång under en sten. I detta bo funnos 3 öppna celler, beredda att mottaga byten, samt flera slutna. Cellerna sutto på den inåt backsluttningen vända sidan af stenen.

14. $^{28}/_{7}$ sågs en stekel af samma art bära en mindre spindel med alla benen i behåll. Spindeln bars vid en af bakhöfterna, och stekeln gick därvid baklänges och släpade till sist in den i en håla i marken (jfr n:o 5, som bar spindeln på samma sätt, samt n:o 9 och 10 och 13, hvilka använde en annan metod).

15. Ett bo, som redan strax efter midten af juni var bebodt, undersöktes $^{28}/_{7}$ och innehöll då 17 slutna och 2 öppna celler i halfliggande ställning, sittande sammanbyggda på ena sidan om en i jorden dold sten. Ingången till boet befann sig under en annan, mera ytligt liggande sten. I boet befunno sig, då det på kvällen undersöktes, 1 större och 2 mindre honor.

Cellernas innehåll var följande: 2 innehöllo nyligen infångade, mindre, 6 mm. långa spindlar, med benen i behåll och med stekelns ägg fästadt på abdomens ryggsida. I 5 funnos möglade spindlar, 2 med, 3 utan ben. 10 celler innehöllo kokonger, af hvilka 1 innehöll en fullt utfärgad, men möglad Pseudagenia-puppa, en annan en ännu hvit dylik, 2 pseudochrysalider samt 4 parasitstekelkokonger (ichneumonider).

16. Ett sedan åtminstone $^{20}/_{6}$ bebodt Pseudagenia-bo öppnades $^{28}/_{7}$. Ingången befann sig i jordytan och ledde ner under en i jorden helt och hållet dold sten, på hvars undre sida de sammanbyggda cellerna sutto i halfliggande ställning. 6 slutna och 4 öppna celler funnos. I en af dessa fanns en mindre spindel (6 mm. lång) med alla ben i behåll och stekelns ägg fästadt på abdomens ryggsida. I en annan fanns en möglad spindel. 4 innehöllo Pseudagenia-kokonger, af hvilka en omslöt en pseudochrysalid, 2 fullgångna och utfärgade puppor, som kläcktes under de närmast följande dagarna, samt den sista slutligen en fullfärdig stekel, som gick sin väg, då kokongen öppnades.

Af de öppna cellerna hade 2 synbarligen nyligen blifvit öfvergifna af sina invånare, ty de innehöllo tomma kokonger. Den ena cellen var öppnad på ena sidan, nära locket, medan den andra blifvit genombruten genom ett hål midt i locket. Af innehållet i detta bo framgår med tydlighet, att åtminstone i vissa fall den nya generationen undergår sin fulla förvandling redan samma sommar och tidigt nog för att en 2:dra generation skall kunna komma till stånd. Dock är det icke alldeles visst, att 2 generationer om året uppträda, ty det är tänkbart att den nya, i midten af sommaren utvecklade, ej förr än följande år ägnar sig åt bobyggnad och jakt, såsom fallet plägar vara med *Pompilus viaticus* och *Psammophila hirsuta*. Förmodligen var det de nykläckta steklarna, som sällskapade med stammodern i boet. Utom denna, som var en större stekel, funnos nämligen en hane och en mindre hona. Däremot förefaller det tvifvelaktigt, om den lilla hona, som nästan ständigt vistades i det under n:o 8 och 12 omtalade boet, var en afkomling af den större stekel, som hemförde spindlarna till detta bo. Båda steklarna funnos i boet redan sedan midten af juni, och ännu $^{28}/_{7}$ satt den lilla honan i boet. Då hon ibland var ute, ströfvade hon kring i närmaste grannskapet och gick snart in igen. Vid ett par tillfällen såg jag henne jaga bort parasitsteklar (ichneumonider), som sökte inträngа i detta bo. Kanske gjorde hon äfven nytta genom att bygga celler och laga de söndriga. Detta har jag emellertid ej kunnat konstatera hos denna art, som jag aldrig sett uppsamla och hemföra lera till cellbyggnaden, i motsats till förhållandet med släktets andra art, *P. punctum*, hvilken jag ofta sett syssla med byggnadsbestyr. Utan tvifvel beror detta på att *P. albifrons* finner det behöfliga byggnadsmaterialet till sina celler i deras omedelbara närhet, d. v. s. i håligheten under stenen, där cellerna ha sin plats, medan åter *P. punctum*, som ej plägar bygga på i jorden nedsänkta stenar, utan mellan fritt liggande sådana, såsom i stenrösen, stengärdesgårdar, eller i håligheter under bark eller i murket trä, nödgas på annan plats uppsöka sitt byggnadsmaterial. Emellertid skulle möjligen i de båda honornas samboende och, såsom det tycktes, olikartade verksamhet, kunna skönjas en begynnande samhällsbildning, likartad med den hos vissa Halictus-arter förekommande.

Framförallt må framhållas, att i ofvannämnda bo, där samtidigt 2 generationer lefde, realiserades den fordran på kontakt mellan moder och barn. som af Verhoeff framställts såsom första villkoret för samhällsbildning. Så mycket betydelsefullare förefaller mig denna sammanlefnad mellan de två släktleden, som det ofvan blifvit ådagalagdt, att denna Pseudagenia-art i likhet med sociala bin och getingar bygger

verkliga cellkakor, och att åtminstone i vissa fall de förut begagnade cellerna repareras och ånyo användas. Med fog kan därför sägas, att denna stekel står på tröskeln till samhällsbildning, kanske närmast lik den hos Meliponer och Trigoner, där intet matande af larverna förekommer.

I sättet att transportera sitt byte tycks denna stekel (jfr n:o 5, 9, 10, 13 och 14) afvika från *P. punctum*, som enligt Ferton[1] bär sina spindlar vid spinnvårtorna, på samma sätt som det närstående släktet *Agenia*. Ferton nämner visserligen ingenting i detta afseende om P. albifrons, men då han säger sig ha sett denna art bära sina spindlar i flykten, är väl därmed också möjligheten utesluten, att de skulle fasthållits vid spinnvårtorna. Peckham uppgifver,[2] att i Amerika *P. bombycina* släpar sina spindlar vid spinnvårtorna.

De af mig iakttagna *albifrons*-individerna använde, såsom af det föregående framgår, två olika metoder, nämligen dels att på vanligt Pompilid-sätt hålla fast i en af bakhöfterna och baklänges släpa bytet till hålan, dels att hålla fast i en af palperna och gå rätt fram, medan spindelns kropp släpar mellan stekelns ben. Den förra metoden användes af n:o 5 och 14, hvilka buro mindre spindlar, med alla benen i behåll. På det senare sättet transporterades spindlarna åter af n:o 9, 10 och 13, hvilka, med undantag af n:o 10, buro större spindlar med alla benen afbitna.

Af det föregående framgår, att stekeln biter af benen på de större spindlarna, men skonar dem på de små. Denna operation utföres efter jakten, innan spindeln ännu burits hem, och innan således något försök gjorts att införa bytet i cellen. Det är således uteslutande efter ögonmått, som stekeln gör sina slutsatser om utsikten att kunna införa hvarje särskild spindel i den för honom afsedda cellen. I vissa fall nöjer han sig med att endast afbita några af benen, såsom framgår af beskrifningen öfver innehållet i de särskilda cellerna. Peckham meddelar likaledes,[3] att den ifrågavarande stympningen af *P. bombycina* utföres i mycket olika grad.

På ett annat sätt går *Ampulex compressa* på Isle de France tillväga vid stympningen af sina kakerlackor, att döma af Cossignis af Réaumur anförda[4] skildring. Enligt denna skulle stekeln, först om öppningen till hålan, i hvilken rofvet skall insläpas, befinnes för trång, afbita täckvingarna och stundom några af benen, till dess det visar sig, att bytet utan svårighet kan dragas in. I båda fallen är det emellertid påtagligen utrymmesskäl, som föranleda stympningen. Man skulle visserligen också i fråga om *Pseudagenia* kunna tänka sig, att stympningen af benen vore ett radikalmedel att förhindra spindlarnas flykt, om de skulle kvickna till, men då, såsom förut framhållits, åtskilliga spindlar infångas, på hvilka ingen som helst stympning företages, är antagligen hänsynen till utrymmet allena bestämmande för detta slags behandling af bytet.

De spindelarter, som *Pseudagenia albifrons* setts hemföra som rof, äro: *Pisaura rufofasciata* De Geer, *Philodromus aureolus* Oliv., *Ph. emarginatus* Schr., *Ph. laevipes* Lin. samt *Ph. pallidus* Walck.

[1] 1897, sid. 28.
[2] 1905, sid. 245.
[3] 1905, sid. 246.
[4] 1742, sid. 283.

Pseudagenia punctum Fab.

På samma plats, där *P. albifrons* under två efter hvarandra följande somrar iakttagits från midten af juni, började släktets mindre, helt svarta art, *P. punctum*, visa sig från och med de sista dagarna i samma månad. Den var mindre allmän än den andra arten samt åtminstone på denna plats skyggare och svårare att iakttaga. Framemot midten af juli märktes, att de voro sysselsatta med cellbyggnad, ty 3 särskilda individer sågos hämta lera på bestämda platser, dit de återkommo med korta mellantider. Dessa platser, där för dem lämpligt byggnadsmaterial fanns, voro i den sandiga backsluttningen insänkta stenar, utmed hvilkas ena sida sanden rasat ner, så att en liten grotta uppstått, i hvars innersta del den lerhaltiga sanden genom nedsipprande vatten ständigt hölls fuktig. Särskildt en af dessa steklar sågs i mer än två veckors tid alltjämt återkomma till sin sten, med käkarna hopskrapa en liten boll af byggnadsmaterialet samt flyga bort till sitt bo därmed. Den första delen af vägen till boet gick öfver jämförelsevis öppen mark, och stekeln plägade efter flyktsatser på ett par meters längd slå ned på det på marken liggande riset, men därefter förlorade sig vägen mellan buskarna, där det var omöjligt att med blicken följa stekeln.

Bättre lyckades det med en annan af dessa steklar, som med sina lerbollar flög blott några få meter och kröp in i en afbruten rot på en granstubbe, där han uppenbarligen hade sitt bo. Sedan han en tid fått ostörd fortsätta sin verksamhet, öppnade jag detta bo $^{21}/_{7}$. Cellerna voro 5 och lågo i en trång hålighet i den murkna veden, antagligen en gammal larvgång. De lågo i rad med locket uppåt, alla fästade vid hvarandra. De hade en längd af 10 mm. samt upptill en bredd af 5 mm. Vid basen voro de något smalare. Locket var platt. De hade således samma form som *albifrons*-cellerna och visade samma struktur med små ojämnheter, motsvarande de hemförda lerbollarna, på yttersidan, utom på locket som var nästan slätt. Insidan var, liksom hos *albifrons*, jämförelsevis slät Cellerna föreföllo att vara bräckligare än albifronscellerna. Fabres uppgift, att insidan skulle slå vatten ifrån sig, emedan den skulle vara impregnerad med någon körtelafsöndring, har jag ej funnit bekräftad, lika litet som jag funnit så vara förhållandet med albifrons-cellerna. Båda dessa arters celler uppsuga med samma begärlighet vatten på både yttre och inre sidan.

Innehållet i cellerna var följande:

cell 1 (ytterst): spindel utan ben, 7 mm. lång; nykläckt larv af någon Chrysidid;
» 2: spindel utan ben, 8 mm. lång; ung Chrysididlarv, $3^{1}/_{2}$ mm. lång;
» 3: spindel utan ben, 8 mm. lång; 5 mm. lång Chysididlarv;
» 4: 5 mm. lång spindel, med 2 ben afbitna på den ena och 1 på den andra sidan; Pseudagenia-larv, 6 mm. lång, som $^{25}/_{7}$ började spinna sin kokong af hvit silkesväf;
» 5: spindel med samma antal ben afbitna som på den i föregående cell och förmodligen ursprungligen af samma storlek som denna, fastän dess bakkropp nu var hopskrumpen; Pseudagenia-larv, $6^{1}/_{2}$ mm. lång, dog före kokongspinningen.

Trypoxylon figulus L.

Redan Réaumur meddelar[1] några iakttagelser öfver en stekel, som måste varit en *Trypoxylon*, att döma dels af beskrifningen och dels däraf att han i sina celler insamlade flera unga spindlar. Denna stekel gräfde sitt bo i sanden, hvilket byggnadssätt visserligen ej är vanligt för *T. figulus*, men dock enligt min erfarenhet förekommer.

Linné anför[2] Torbern Bergmans iakttagelser öfver denna art, som han i Upsala sett bebo hål i träväggar, hvilka stekeln först befriar från maskmjöl, därefter förser med lerbotten samt provianterar med en spindel, på hvilken ägget fästes, hvarefter öppningen tillslutes med lera. Äfven larven och kokongen omnämnas.

Trots dessa iakttagelser förklarar Lepeletier[3] *Trypoxylon* för parasit, stödjande sig därvid uteslutande på sina teoretiska spekulationer, enligt hvilka en rofstekel, som saknar tornbeväpning på benen, hvarken skulle kunna bygga bo eller samla förråd.

Shuckard[4] var i början af samma mening, till dess han upprepade gånger fångat denna stekel med rof af spindlar. Dock är han fortfarande tveksam, om den själf tillreder sina celler. Han är benägen att med Latreille tro detta ej vara förhållandet, och att stekeln ifråga i stället tager andra gräfsteklars gångar i besittning.

Westwood[5] har öfvertygat sig, att Linnés ofvannämnda, på Bergmans iakttagelser grundade uppgift är korrekt. Då man ser denna stekel inträngа i andra steklars bon, är det ej i parasitiska afsikter, utan för att söka sig en lämplig gång för att däri anlägga sina celler. Dess byte utgöres af små spindlar, som Westwood tror vara ungar af *Epeira diadema*. Han anför äfven en iakttagelse af Kennedy (Lond. and Edinb. Phil. Mag., jan. 1837), som sett *Trypoxylon figulus* bära in spindlar af växlande storlek och inlägga dem i celler skilda från hvarandra af dubbla lerväggar. Spindlarnas antal i hvarje cell kunde stiga till 12, om de voro små. Stekelns ägg fästes vid abdomen på en af de nära botten liggande. *T. clavicerum* uppgifves ha öfverensstämmande vanor, med undantag däraf, att den ej lämnar något tomrum mellan cellerna.

F. Smith såg[6] i juli 1845 en verklig koloni af *Trypoxylon* i en sandbacke och förvånar sig öfver det stora antalet individer, då denna art eljes är solitär i sina vanor. De sågos hemföra bladlöss som byten. Smith gräfde upp flera celler med deras innehåll af bladlöss, på hvilka stekellarven träffades ätande. I en cell fann han ett ägg, som kläcktes på 4 dagar, hvarefter larven förtärde fodret på 10 dagar. Efter en tid af ytterligare 3—4 dagar började han att spinna en halfgenomskinlig, aflång, i båda ändarna rundad kokong, inom hvilken han förpuppades först i slutet

[1] 1742, sid. 269.
[2] 1767, sid. 942.
[3] 1829, sid. 749.
[4] 1837.
[5] 1840.
[6] 1847—49, sid. 57.

af april. Smith tillägger om *Trypoxylon*, att den ingalunda inskränker sig till ett slags rof, men nämner ej hvilket annat slag dessutom skulle väljas.

Att den af Smith iakttagna stekeln skulle vara en Trypoxylon, är högst osannolikt. Antagligen bör det ha varit en *Diodontus*. Arterna af sistnämnda släkte bygga i sand, ej sällan kolonivis, och insamla bladlöss. På samma platser ser man ofta äfven de snart sagdt allestädes närvarande hanarna af *Trypoxylon* stryka omkring. Rimligast förefaller det mig, att Smith för undersökning infångat just en sådan och tagit för gifvet, att de öfriga svarta, bladlusfångande steklarna, bland hvilka han rörde sig, voro af samma slag.

I allmänhet ha senare trovärdiga iakttagare omtalat släktet *Trypoxylon* såsom spindelfångande. Uppgiften om aphider såsom rof återkommer dock t. ex. hos Ashmead, hvilken visserligen sett den amerikanska *albitarse*, samla spindlar, men däremot nämner[1] *carinifrons* Fox, *collinum* Smith och *albopilosum* Fox såsom bladlusfångare. Enligt min erfarenhet om de öfverraskande växlingar i rof, som kunna förekomma hos olika arter af samma släkten bland rofsteklarna, anser jag visserligen en sådan afvikelse från det vanliga rofvet ej vara otänkbar, fastän långt troligare är, att någon förväxling föreligger. Pemphredon-arter t. ex., hvilka samla bladlöss och bo i larvgångar i trä, på samma slags boplatser således som *Trypoxylon*, erinra vid hastigt påseende och på något afstånd om det senare släktet. Enligt hvad Peckham[2] meddelar, har Ashmead också sedermera i bref hållit för sannolikt, att han misstagit sig.

Bates uppger emellertid för den sydamerikanska *T. aurifrons* ännu ett afvikande slags rof, nämligen små larver i stället för spindlar. Härtill kommer för denna art ett helt annat byggnadssätt, i det den bygger små flaskformade, fristående lerceller, som fästas på någon gren eller i hörnen af boningshusens verandor.

Borries meddelar[3] om de danska arterna (*figulus*, *clavicerum* och *attenuatum*) att de bygga i öfvergifna larvgångar, halmstrån och ihåliga växtstjälkar o. s. v. Medan de andra använda lera till skiljeväggar, begagnar *attenuatum* för samma ändamål märgsmulor. Borries har endast sett spindlar insamlas till foder.

Peckham[4] har iakttagit de amerikanska arterna *albopilosum* och *rubrocinctum*, som båda samla spindlar och bo i larvgångar i trä, den senare äfven i halmstrån i halmstackar. Peckham gör äfven det intressanta meddelandet, att båda dessa arters hanar taga plats i ingången till det bo, som håller på att provianteras, och fördrifva de guldsteklar och förmodligen äfven andra parasiter, som söka inträngа däri. Då honan kommer hem med byte, flyger hanen ut för att lämna plats, och då hon kryper in, slår han ner på hennes rygg och följer med in. Då honan kommer ut för att fortsätta sin jakt, har hon likaledes hanen i sällskap, men han beger sig strax in igen för att fortsätta sin vaktgöring i boets ingång. En hane af *rubrocinctum* sågs t. o. m. taga emot spindeln, som hemfördes af honan, och packa den tillsammans med de förut inlagda, ett bestyr, som eljes plägar ombesörjas af honan

[1] 1894—96, sid. 45.
[2] 1894—96. sid. 306.
[3] 1897. sid. 68.
[4] 1894—96, sid. 303—306; 1898, sid. 77.

ensam. Ett sådant samarbete mellan de båda könen plägar eljes ej förekomma hos steklarna, där hanarne i regeln spela den ensidiga rollen af uteslutande könsdjur. Bortdrifvandet af parasitsteklar från boet får man visserligen ofta se hos åtskilliga rofsteklar, men det plägar då vara honan, som i detta, liksom i öfriga afseenden, ensam utför de för afkommans betryggade utveckling nödvändiga handlingarna. Hos *Pompilus plumbeus* och *Pseudagenia albifrons* har jag visserligen ofta sett hanar vistas i boen, men har ingen anledning att tro dem där utgöra något slags skyddsvakt under den jagande honans frånvaro. Däremot torde ett hos *Pseudagenia albifrons* (n:o 16) iakttaget fall kunna anses tyda på, att flera honor, förmodligen syskon, af denna stekel kunna sammansluta sig och hvar på sitt sätt sörja för det gemensamma boet, såsom förhållandet är med åtminstone vissa arter af släktet *Halictus*, hos hvilka somliga honor stanna hemma och bevaka ingången till det gemensamma boet.

Med stor sannolikhet kan man anse *Trypoxylon figulus* för vår allmännaste rofstekel. På snart sagdt alla slags lokaler, där rofsteklar pläga förekomma, anträffas isynnerhet hanar af *Trypoxylon*. På gamla af larvhål genomborrade träväggar, på solbelysta, maskstungna trädstammar, på sandbackar i skogens närhet, på blommor och på af bladlöss besatta buskar och örter är denna stekel vanlig. Med nästan ormlikt slingrande rörelser kryper han omkring på bladen eller på marken. I gamla träväggar, där han i lång tid haft sin boplats, uppträder han stundom kolonivis, och där kan man ofta få se honom i korta flyktsvängar bortkasta utrensadt maskmjöl samt hemföra sitt rof af små spindlar eller bollar af lera till skiljeväggar eller stängningsmaterial. *Trypoxylon* hör ej till de steklar, som täcka den stängande leran med ett lager af trämassa, såsom fallet brukar vara hos några solitära getingar. Om han bebor en rödmålad husvägg, afsticka därför hans grå lerproppar skarpt mot omgifningen. Enligt min erfarenhet hämtar han till byggnadsmaterial redan förut fuktig lera ur något halft uttorkadt dike eller någon lergrop, hvarför han ej, såsom *Eumenes*, *Hoplomerus* och vissa *Odynerus*-arter, hvilka skafva lera från torra marken, först måste hämta vätska att älta den med.

Då denna stekel är jämförelsevis väl känd, har jag ej ägnat mycken tid åt den vanligen ganska besvärliga undersökningen af dess bon. Endast såsom exempel må följande anföras.

I en gammal kullfallen sälgstam, där äfven *Lionotus tomentosus* anordnat sina celler, funnos flera bon af *Trypoxylon figulus*. Som veden var ganska hård, var undersökningen mödosam. I en gammal larvgång träffades 3 i rad liggande celler, åtskilda af tunna, skålformiga lerväggar. Väggarna mellan cellerna voro ej dubbla, såsom Kennedy beskrifver dem, hvilket däremot var fallet hos *Lionotus tomentosus*, som till lock för hvarje cell gör en plan lervägg och, ett litet stycke därutanför, till botten i nästa cell en skålformig dylik. Cellernas innehåll var följande:

Cell 1 (ytterst): 14 små spindlar, åtminstone de flesta af samma art, *Linyphia pinnata* Ström, 10 hanar och 4 honor. En af dem (♀) bar stekelns ägg fästadt vid abdomen, nära dess bas, hängande med den smalare fria ändan vertikalt ned åt sidan. (Kläckningsförsök misslyckades). Borries, som

undersökt flera bon af *T. clavicerum*, fann, att stekeln plägade först inlägga hanar i hvarje cell och därutanför honor. Då ägget nästan alltid fästes på den näst yttersta spindeln, kommer det således att ha sin plats på en hona, hvilket Borries tror kunna ha någon betydelse för larven, enär honorna innehålla mera näring. Att döma af innehållet i denna cell, tycks *T. figulus* iakttaga samma ordning vid spindlarnas infångande.

Cell 2: spindlar och rester af sådana jämte en halfvuxen stekellarv. Som de återstående spindlarna voro torkade, försågs denna larv med foderlarver (microlepidopterlarver) ur Lionotusboet och förtärde dem med god aptit.

Cell 3: fullvuxen stekellarv, gråaktig, hvitprickig af genomskimrande fettkropp. Han spann om någon tid en vek, pergamentartad, spolformig kokong.

Miscophus niger Dbm.

Till det som jag förut meddelat om denna art kan nu tillfogas följande.

Denna art träffades från midten af juni då och då ganska sällsynt vid Arkösund i Östergötland. En sådan stekel, som $^{18}/_{6}$ sågs proviantera sin håla i sandig mark, lät denna under sina jaktutflykter stå öppen, hvilket ej öfverensstämmer med de meddelanden Ferton[1] lämnat om släktet. Vid transporten af spindlar buros dessa rätt fram. Hålan stängdes vid middagstiden, och stekeln krafsade därvid ifrigt sand däröfver samt hopsläpade från grannskapet hvarjehanda växtaffall, med hvilket mynningen till sist doldes. Hålan befanns vara $^{1}/_{2}$ cm. djup och innehöll små spindelungar, alla utom en korsspindlar. Vid den största och näst yttersta var stekelns ägg fästadt i den af Ferton omtalade ställningen, d. v. s. i vertikal ställning på abdomens framsida. Med sin fritt uppstående ända räckte det högt öfver ryggen på spindeln. Ägget kläcktes $^{21}/_{6}$. Af spindlarna voro blott de allra minsta orörliga. De öfriga åter, som ännu ej angripits af larven, voro rörliga ännu $^{24}/_{6}$. Larven var till färgen mörkgrå, förmodligen af mellantarmens genomskimrande innehåll, ty de båda kroppsändarna hade den vanliga opalartadt halfgenomskinliga, hvitgula färgen. $^{27}/_{6}$ hade han förtärt sitt foder, men lämnat benen och huden af spindlarna kvar. Han började nu spinna kokong, hvarvid han med käkarna grep sandkorn och med trådar hopfäste dem ett för ett till en fast kokong, således öfverensstämmande med de kokonger, som Verhoeff[2] beskrifver hos *Miscophus metallicus* Verh., fastän han tror att sandkornen sammankittats med någon saliv.

[1] 1896, sid. 8.
[2] 1891, sid. 30.

Tachysphex lativalvis Thoms.

Om denna art har jag i mitt förra arbete[1] omtalat Fertons iakttagelse[2] öfver var. *gibbus* Kohl, hvilken setts bära en helt ung larv af en kackerlacka, *Ectobia livida* Fabr. På samma ställe har jag framhållit den stora växling i val af rof, som man kan iakttaga hos de särskilda arterna af detta släkte. Jag har sedermera själf haft tillfälle att iakttaga hufvudarten *lativalvis*, hvilken, trots sin stora likhet med *pectinipes*, dock äfven hos oss visar samma afvikelse i val af rof, som den af Ferton iakttagna varieteten.

1. I ett sandigt och soligt skogsbryn vid Arkösund i Östergötland hade jag under förra delen af sommaren 1906 alltibland sett *pectinipes* gräfva sina hålor och släpa sina gräshopplarver till boet. Efter midten af juli visade sig åter *lativalvis* rätt allmänt på samma plats. Då den endast vid undersökning på nära håll låter skilja sig från den förra arten, var det endast dess afvikande sätt att röra sig under jakten, som föranledde mig att misstänka, att jag här hade framför mig en annan art, än den som förut uppträdt på platsen. *Pectinipes* jagar häftigt och med tvära kast och svängar, halft flygande, halft gående omkring bland det korta och glesa gräset på sandiga marker. *Lativalvis* hade visserligen samma brådskande och tvärkastande rörelsesätt, men i stället för att jaga bland den sparsamma växtligheten snokade denna art omkring i alla skrymslen på marken och kröp in i hvarje spricka och hvarje hål, gömställen således, där inga gräshoppor pläga ha sitt tillhåll.

$^{28}/_{7}$ fick jag se denna stekel komma flygande med något byte och bege sig in därmed i en öppen håla. Han infångades och hålan undersöktes. Den hade ett djup af 55 mm. och gick snedt inåt backsluttningen samt ändades med en vidare, horisontell cell. I denna lågo 2 kackerlackor (Ectobia lapponica) på rygg, med hufvudena inåt. Den yttersta af dem bar stekelns ägg, fästadt med ena ändan bakom en af framhöfterna och liggande tvärs öfver bröstet, så att dess fria ända sköt ut något utanför framhöften på andra sidan. Dessa kakerlackor voro fullbildade, *ej* larver, såsom den af Ferton iakttagna. De visade föga retbarhet, och deras antenner voro ej stympade, såsom hos de af *Dolichurus* insamlade.

2. Samma dag såg jag en *lativalvis*, som en stund varit inne i en håla, komma upp därur och börja plocka bland gruskorn och strån, som lågo vid mynningen. Han bar dem hit och dit, liksom tveksam om hvad som var att göra, och flög därefter bort. Orsaken befanns vara den, att små myror (Tetramorium caespitum) inkräktat cellen och delvis ätit upp en dit insläpad kakerlacka.

I en nära därinvid belägen cell träffades en kokong af denna Tachysphex-art, igenkänlig bl. a. på de rester af de förtärda kakerlackorna, vingar, ben och abdomens ventralsegment, som lågo inblandade i en cellens väggar beklädande, gles, brun spånad. Själfva kokongen var, liksom andra Tachysphex-kokonger, hård och bestod af hopklibbade sandkorn. Den var trubbig i båda ändar, i ena ändan dock något bredare.

[1] 1903, sid. 50.
[2] 1901, sid. 100.

3. Att denna Tachysphex-art, i likhet med de båda andra svenska arterna, själf gräfver sina gångar, har jag sedermera haft tillfälle att se. Vid gräfningen tillgår på vanligt sätt, och orienteringsslag göras efter färdiggräfvandet.

Gorytes campestris L.

Då jag i föregående meddelanden[1] om denna stekel ej kunnat lämna några upplysningar om boet, fullständigas härnedan uppgifterna genom beskrifningen af sedermera anträffade bon med deras innehåll.

1. $^{22}/_{6}$ 1905 träffades vid Arkösund i Östergötland en liten koloni af *Gorytes campestris*, boende i ett brant sluttande, soligt och sandigt skogsbryn, där på enstaka leriga fläckar äfven *Hoplomerus spinipes* uppslagit sina bopålar. Jag har förut meddelat mig ha sett samma Gorytes-art jaga sina stritar i samma skumsamlingar, som besöktes af *Hoplomerus reniformis*, och erinrade med anledning däraf om, att Handlirsch framhåller den slående likheten mellan vissa andra Gorytes-arter och en del vespider. Det egendomliga skulle härvidlag isynnerhet ligga i att de ifrågavarande Gorytes-arterna skulle förekomma på samma boplatser som deras likar bland vespiderna, hvarför Handlirsch antager, att verklig *mimicry* föreligger. Att äfven *Gorytes campestris* i hög grad liknar de båda vespidarter, i hvilkas närhet den tycks hålla sig, är obestridligt, vare sig detta nu är en tillfällighet, eller, såsom väl är troligare, det har någon biologisk innebörd. I förevarande fall bedref Gorytes också sin jakt på den plats, som besöktes af getingen. Utmed boplatsen löpte en landsväg, och på andra sidan därom fanns ett klöfverfält, till hvilket båda stekelarterna styrde kosan, och mellan hvars täta blad de försvunno. På de vid denna årstid låga klöfverstjälkarnas nedre delar funnos talrika af cicadlarver åstadkomna skumsamlingar. *Gorytes* återvände därifrån med byten af små gröna cicadlarver, medan *Hoplomerus spinipes* gjorde sina besök där, under det han sysslade med sina byggnadsarbeten och behöfde ny vätska för att göra leran mjuk och klibbig. Visserligen hindrade mig bladens täthet i detta fall att direkt iakttaga vätskans hämtande från skumsamlingarna, men då jag så ofta förut haft tillfälle att se *Hoplomerus reniformis* på detta sätt förnya sitt vätskeförråd, kan det knappast vara tvifvel underkastadt, att det likaledes var därifrån som *spinipes* hämtade den behöfliga vätskan, helst som någon annan vätskekälla ej fanns mellan klöfverstånden, dit getingarna dock oupphörligt återvände under sina byggnadsarbeten.

De infångade gröna stritlarverna hemburos af *Gorytes campestris* i flykten, och då stekeln slagit ner på marken bredvid ingången till sin håla, kunde det ses, att de buros bröst mot bröst, med hufvudet framåt, och fasthöllos med mellanbenen. Ingångarna voro ej dolda, och de stodo ständigt öppna, hvilket må framhållas i motsats till förhållandet hos de små arterna *tumidus* och *lunatus* (af undersläktet *Harpactes*), hvilka jag funnit krafsa litet sand öfver hålans ingång, för hvarje gång som

[1] 1903, sid. 53.

de begifva sig på ny jakt. Stekeln slog utan mycken tvekan ner bredvid sin egen håla, då flera ingångar funnos att välja på nära hvarandra, och han kröp med hufvudet före in.

Ett bo uppgräfdes. Från mynningen gick en gång i nästan vertikal riktning till ett djup af 10 cm. och därefter nära nog lika långt i horisontell riktning. Innerst i denna fanns en ännu icke fullprovianterad cell, innehållande 30 gröna stritlarver, på hvilka många små parasitfluglarver frossade. Endast denna enda cell anträffades.

2. $^4/_7$ undersöktes ett annat bo af samma stekel och på samma plats. Gången gick från den öppna mynningen äfven här i början i vertikal riktning och böjde sedan af nästan horisontellt inåt backsluttningen. På sidorna om hufvudgångens horisontella del och på ett ungefärligt afstånd från densamma af 4 cm. lågo 9 celler i nästan samma, lindrigt sluttande plan, omkring 12 cm. under ytan. 6 lågo till höger och 3 till vänster om hufvudgången. Deras innehåll var följande:

N:o 1: 26 foderlarver (gröna stritlarver)
2: 31 »
3: 28 » af hvilka en bar stekelns smala, hvita ägg längs yttersidan af bröstet, utanför benen på ena sidan. Äggets främre ända löst fästad strax bakom hufvudet.
4: 18 »
5: 23 » hvarjämte en 3,5 mm. lång stekellarv, som åt på en af dem och var grönfärgad af den genomlysande gröna stritsaften.
6: 14 » hvarjämte en 10 mm. lång stekellarv.
7: 34 »
8: 27 »
9: foderrester jämte en 14 mm. lång stekellarv.

En af cellerna, som mättes, var 12 mm. lång, 7 mm. hög och ungefär lika bred. Alla cellerna voro helt utfyllda. De allra flesta foderlarverna vände hufvudena åt samma håll, nämligen åt cellens inre vägg. Det är möjligt, att ägg eller nykläckta stekellarver funnos äfven i de celler, för hvilka endast foderlarver uppgifvas, men att de förolyckats vid uppgräfningen.

3. $^6/_7$ undersöktes ett annat Gorytesbo på samma plats. Detta bo innehöll 6 celler, som lågo i ett lindrigt sluttande plan ungefär parallelt med markens yta och omkring 10 cm. under densamma. Cellernas sammanhang med hufvudgången kunde ej ses, enär bigångarna, liksom i föregående fall voro fyllda med sand. Dessa celler voro fullpackade med foderlarver till ett antal af respektive 14, 28, 17, 19, 15, 14. Intet ägg och ingen stekellarv kunde upptäckas i någon af dem. Men då stritlarverna ofta klibba ihop till en sammanhängande massa, är det möjligt, att ägg eller små larver af stekeln funnos, hvilka undgått uppmärksamheten vid utredandet af denna röra. Omöjligt är ej heller, att stekeln konsekvent försummat att inlägga något ägg, hvilket ej sällan tycks vara fallet med andra steklar, som bygga bon enligt denna typ, såsom *Mellinus* och *Cerceris*.

Ett par larver af Gorytes campestris, som jämte sina foderförråd förvarats i en

flaska, spunno kokong omkring midten af juli. Kokongerna voro pergamentartade, ganska fasta och hårda, särskildt i jämförelse med Mellinus-kokonger, men utan inblandning af sand. Den ena var gul, den andra hvitaktig. Till formen voro de tämligen korta och tjocka, i det längden var föga mer än dubbla bredden; båda ändarna trubbiga. (Jfr n:o 4, cell 9).

4. Följande år undersöktes ett bo af denna stekelart $^2/_7$ vid Löt i Östergötland, där den gräfde sina gångar i den vertikala väggen af ett grustag. Det bör framhållas, att äfven här *Hoplomerus spinipes* bebodde samma grusvägg och byggde sina skorstenar helt nära Goryteshålorna. Cellerna i Gorytes-boet, som lågo omkring samma hufvudgång, voro till antalet 17, och de voro utbredda öfver ett område af 10 cm. höjd och 20 cm. bredd och djup innanför grusväggens yta. Sambandet med hufvudgången kunde ej urskiljas.

Vid ingången till detta bo, liksom vid de talrika andra, som funnos i närheten, lurade parasitflugor, och då stekeln gick in med sitt byte, som bars på förut beskrifvet sätt (se n:o 1), sågos ofta flugorna skynda efter in i gången för att strax därefter komma ut igen. Att döma af resultatet måtte det härvid ofta ha lyckats dem att anbringa sitt ägg eller måhända sin lefvande födda larv, fastän det är svårt att förstå, huru detta är möjligt, då striten helt och hållet täckes af stekelns kropp.

Cellernas innehåll var följande:

Cell n:o	1:	17	stritlarver, en af dem med stekelns ägg vid yttersidan af benens bas på ena sidan.
»	2:	34	stritlarver.
»	3:	16	» parasitfluglarv.
»	4:	17	» »
»	5:	22	» ung stekellarv.
»	6:	16	» stekelns ägg.
»	7:	21	» parasitfluglarv.
»	8:	6	» jämte rester af åtskilliga förtärda; större stekellarv.
»	9:	foderrester;	stekelns hårda, utvändigt af hopklibbade sandkorn bestående kokong, på hvars yttersida rester af de förtärda stritlarverna voro fästade.
»	10:	13	stritlarver jämte rester af sådana; halfvuxen stekellarv.
»	11:	foderlarverna	i upplösningstillstånd, kunde ej räknas.
»	12:	»	» » » » »
»	13:	foderrester;	stekelns kokong af samma beskaffenhet som i cell 9.
»	14:	31	stritlarver, en med stekelns ägg.
»	15:	18	» nykläckt stekellarv.
»	16:	17	» parasitfluglarv.
»	17:	17	» »

Mimesa Shuckardi Wesm.

En liten koloni af denna stekelart sågs i slutet af juni och början af juli 1905 bebo en lerblandad sandbacke i ett barrskogsbryn åt söder vid Arkösund i Östergötland. Blandade med Mimesa-hålorna funnos af *Gorytes campestris* bebodda hålor, hvarjämte *Hoplomerus spinipes* bodde helt nära därinvid.

Steklarna hemförde i flykten små cicader, som de buro buk mot buk, med hufvudet framåt, och fasthöllo med mellanbenens tarser strax bakom hufvudet. De slogo ner strax invid sina öppna hålor och kröpo med hufvudet före in. I allt detta öfverensstämde de med hvad jag förut[1] meddelat om *Mimesa bicolor*, äfvensom däri att hålorna i början gå ett stycke lodrätt neråt och sedan böja af i horisontell riktning (jfr äfven *Gorytes campestris*).

Följande år började arten visa sig på samma plats under sista veckan af juni, och i början af juli förekom den detta år mycket talrikt.

Mimesa Dahlbomi Wesm.

Om denna art meddelar Shuckard[2], att den bygger sitt bo i trästolpar, hvilket äfven bekräftas af Schenck, Borries m. fl. författare. Dess bobyggnad skulle således vara en annan än hos *equestris* och *Shuckardi*, hvilka gräfva boet i sand. Möjligen skall det visa sig, att äfven de andra helsvarta arterna, om hvilka intet är kändt, i detta afseende öfverensstämma med M. Dahlbomi.

Sommaren 1906 hade jag tillfälle att iakttaga *M. Dahlbomi* vid Arkösund i Östergötland och fann den nämnda uppgiften äfven här bekräftad. På en solig sandbacke i ett skogsbryn, där *M. Shuckardi* i mängd anlade sina bon i marken, träffades däremot boen af M. Dahlbomi i på marken liggande murkna björkgrenar. Dock hade steklarna där tagit i besittning gamla larvgångar, ur hvilka de blott utrensade maskmjölet, hvaremot de ej själfva sågos gnaga några nya gångar.

Som foder insamlades cicader, såväl fullbildade som larver.

Ett annat bo af denna stekel träffades i en död och kullfallen aspstam, dit stekeln flygande hemförde små stritar, som buros i munnen. Öppningen ledde in i en gammal larvgång djupt in i det i midten murkna trädet. Två celler träffades, dock ej liggande tillsammans. Den ena innehöll 38 mycket små stritar, men hvarken ägg eller larv af stekeln. Den andra innehöll 12 stritar samt rester af flera jämte åtskilliga parasitfluglarver och en flugpuppa. Stritarna lågo alla med hufvudet vändt åt cellens botten.

Släktet Mimesa befinner sig således på ett öfvergångsstadium mellan jordbyggare och träbyggare.

[1] 1903, sid. 135.
[2] 1837, sid. 232.

Diodontus medius Dbm. (= *D. Dahlbomi* Morawitz).

Till de meddelanden, som lämnats i mitt föregående arbete om denna, art fogas här några fullständigande uppgifter.

Denna art träffades i ett sandigt och soligt skogsbryn vid Arkösund i Östergötland, där den i sina ständigt öppna hålor inbar stora blåröda bladlöss. Steklarna väckte i början min uppmärksamhet därigenom, att främre delen af deras kropp till större eller mindre utsträckning var färgad hvit, då de återkommo från jaktutflykterna. Detta härrörde antagligen från den ull-liknande vaxafsöndring, med hvilken de af dem infångade bladlössen (Pemphigider) varit betäckta, men som under stekelns behandling till största delen försvunnit.

Beträffande boens anordning har jag funnit min förra uppgift bekräftad, att flera celler anläggas utmed gemensam hufvudgång, fastän sambandet efter cellens tillstängning är svårt att skönja. I en fullt provianterad cell räknades 11 bladlöss, och ägget hade sin plats längs bröstet på en af dem.

Släktet *Diodontus* afviker från de flesta Pemphredoniderna genom vanan att anordna boen i sand, och att denna vana är gammal, framgår af att, enligt Ashmead[1], *Diodontus americanus* i detta fall öfverenstämmer med de europeiska arterna. Man kunde vänta, såsom Nielsen framhåller,[2] att detta afvikande byggnadssätt borde stå i samband med, att *Diodontus*-larven skulle spinna kokong, i likhet med hvad fallet plägar vara hos i marken gräfvande rofsteklar. Och i själfva verket har Nielsen sedermera hos en annan art af släktet, *Diodontus tristis* v. d. Lind, funnit den förmodade kokongen. Den var tillspetsadt äggformig, mjuk, bildad af en ljus spånad, som på yttersidan bar vidhäftande jordsmulor, gruskorn och foderrester, men på insidan var glatt. Bland de i trä byggande Pemphredoniderna är det eljes blott en ,som gör en fullständig kokong, nämligen *Pemphredon morio* v. d. Lind; såsom Nielsen meddelar.[3]

Passaloecus turionum Dbm.

Arterna af detta släkte troddes ursprungligen vara parasiter hos andra gräfsteklar, antagligen emedan bristen på tornar på tibier och tarser ansågs nödvändiggöra ett sådant lefnadssätt. Emellertid fann Kennedy[4], att *P. gracilis* Curt. anlade sitt bo i trästolpar och inbar bladlöss såsom foder. Redan Bouché[5] hade kläckt *P. turionum* ur de på tall så ytterst vanliga hartsgalläpplena af *Retinia resinella*, och då Ratzeburg ur dylika galläpplen fick fram samma stekelart i mängd, men däremot

[1] 1896, sid. 46.
[2] 1900, sid. 275.
[3] ibid. sid. 273.
[4] 1838.
[5] 1834, sid. 177.

få fjärilar, trodde han,[1] att stekeln lefde som parasit på fjärillarven. Äfven Dahlbom och Taschenberg uttala samma åsikt. Nördlinger uttalade[2] sina tvifvel på riktigheten af Ratzeburgs slutledning, enär han fann *P. insignis* v. d. Lind anordna sina bon i gamla gångar af barkborrare. Goureau, som hade tillfälle att iakttaga *P. gracilis*, beskrifver[3] dess i en Rubusgren anordnade bo, som utgjordes af 5 celler. Hvar och en af mellanväggarna mellan dessa celler utgjordes af ett morotfrö och ett gruskorn af samma storlek. Borries[4] har kläckt *P. turionum* ur de nämnda hartsgalläpplena, men fann ej själfva boet. Han tror dock, att artens bo bör kunna anträffas på andra platser än i dessa gallbildningar, ty den är vanlig i hela Danmark, där *Retinia resinella* först i senare tid börjat utbreda sig. Sedermera fann han också ett bo i en gång i ett tallskott, där cellen var tillstängd af en vägg af samma beskaffenhet, som han funnit hos *P. monilicornis* Dahlb. Denna sistnämnda arts bo fann han i en hallonstjälk, där märgen var utgnagd till en längd af 180 mm. och innehöll 14 i rad liggande celler, skilda af något hartsartadt ämne. Samma ämne hade han äfven funnit *P. gracilis* använda för att sammanklibba de gruskorn, af hvilka den förfärdigar cellernas mellanväggar, och i somliga fall har han sett ingången till sistnämnda arts bon sluten af uteslutande detta ämne. Borries har sålunda funnit användningen af harts till mellanväggar vara gemensam för arterna *gracilis*, *turionum* och *monilicornis*. Härtill kan jag ytterligare lägga *corniger*, hos hvilken jag, såsom sedermera skall nämnas, äfven funnit hartsväggar. Nielsen,[5] som undersökt bon af *P. monilicornis* och *turionum*, har haft tillfälle att se, huru den första arten skaffar sig erforderligt harts i trakter där barrträd saknas. Han såg nämligen honorna slå ned på en gammal furubjälke, af hvars utsvettade hartsdroppar, de med mandiblerna lösgjorde och bortförde klumpar. Nielsen har också funnit boen af P. turionum i hartsgalläpplena af *Retinia resinella*. Han fann dem i sådana, där den bärande grenen var bräckt strax ofvanför galläpplet, och anser, att stekeln genom denna gren tränger in och rensar ut en gång genom galläpplet, som sedan indelas i olika stora celler, vanligtvis 3 till antalet, skilda af mycket tunna hartsväggar. Det insamlade foderförrådet utgjordes, liksom hos alla arterna af detta släkte, af små svarta bladlöss. Ashmead, som[6] iakttagit, att den amerikanska *P. annulatus* Say. likaledes bebor små hål i trä och insamlar bladlöss, nämner ingenting om användning af kåda i denna arts bon.

Sommaren 1906 fann jag *P. turionum* vara mycket vanlig i tallskog vid Arkösund i Östergötland. Den bodde dels i hartsgalläpplena af *Retinia resinella*, dels i barkborrarnas gångar i tallbarken. Själfva ingången stängdes i dessa sistnämnda fall af en tjock propp af tallkåda, som tydligt afstack genom sin gula färg från den grå barkens och ofta bildade en liten upphöjning öfver dess yta. Undersökningen af några sådana bon i juli gaf följande resultat.

[1] 1844, sid. 33 och 35.
[2] 1848, sid. 269.
[3] 1857, sid. 157.
[4] 1897, sid. 93.
[5] 1900, sid. 269; 1904, sid. 112.
[6] 1896, sid. 46.

1. Bo i barken af en tall. Öppningen stängd af en utskjutande gul kådpropp. Gången hade en diameter af 3 mm. Den gick i början snedt nedåt och inåt, till dess den vid ett djup af 8 mm. afstängdes af en tunn kådvägg af samma gula beskaffenhet. Bakom denna fanns ett nytt tomrum af 3 mm. längd, äfven detta slutande med en kådvägg. Bakom denna slutligen befann sig den 7 mm. långa cellen, innehållande foderrester af svarta bladlöss samt stekelns halfvuxna, bakåt afsmalnande larv, som på öfre sidan är mörkare, på undre sidan ljusare grön, med många spridda hvita prickar af den genomlysande fettkroppen.

2. Ett annat dylikt bo visade innanför den gula kådproppen likaledes först ett tomrum på några mm. längd, därefter en kådvägg och ett nytt tomrum, en tunn och glasklar kådvägg och därinnanför en cell, innehållande, utom foderrester, stekelns larv i pseudochrysalidstadiet, d. v. s. med afförd exkrementsäck, då kroppen blifvit smalare och färgen förändrats till gul. Innanför denna cell fanns ännu en annan, afskild från den föregående genom en tunn kådvägg. Äfven denna cell innehöll stekelns larv i pseudochrysalidstadiet.

3. I nästa bo, som undersöktes, fanns, liksom i de förutnämnda, innanför den gula kådproppen i mynningen först ett tomrum, men i detta fall fanns cellen omedelbart bakom kådväggen, som begränsade detta tomrum. Innehållet i denna cell, som här var den enda, var detsamma som i n:o 2.

4. Ett annat slags bon träffades i gammalt maskstunget trävirke i gärdesgårdar. En stekel af denna art sågs komma ut ur ett litet hål på en sådan plats och omedelbart därefter krypa baklänges in. Han infångades och boet undersöktes. Det innehöll 2 celler, åtskilda af en tunn kådvägg. I båda cellerna funnos små svarta, vinglösa bladlöss, men stekelns ägg kunde jag ej upptäcka. Förmodligen hade det fallit bort af skakningen vid det ännu ganska fasta träets sönderbrytande.

5. I ett hartsgalläpple af *Retinia resinella* träffades ett *Passaloecus*-bo, innehållande stekelns halfvuxna larv jämte några bladlöss och rester af förtärda sådana. Cellen var 7 mm. lång och afstängdes genom en tunn och glasklar kådvägg från ett tomrum på 2 mm. Detta tomrum befann sig omedelbart innanför den öppning, genom hvilken fjärilen krupit ut, och hvilken var tillsluten med någon gråaktig massa, förmodligen lerhaltig sand, blandad med kåda.

6. Ett annat hartsgalläpple innehöll 2 celler, skilda af en tunn kådvägg. Den ena cellen innehöll stekelns fullvuxna larv jämte foderrester; i den andra åter träffades 27 svarta, vinglösa bladlöss; ägg eller larv sågs ej.

Passaloecus corniger Shuck.

Om denna art meddelar Kennedy[1], att han sett den bo i trästolpar och inbära bladlöss, som buros i munnen. Äfven Giraud[2] har sett den fånga en svartaktig bladlus.

Denna art fann jag vid Arkösund i juli bebo en maskstungen husvägg, där

[1] 1838.
[2] 1866, sid. 472.

steklarna, så länge solen belyste denna sida, inburo sina svarta bladlöss. Boen voro emellertid här för mig oåtkomliga. Dock kunde jag konstatera, att mynningen tillstängdes med kåda.

Sedermera anträffade jag arten boende tillsammans med *P. turionum* i tallbark, där den i barkborrarnas gångar anordnade likadana bon, som beskrifvits under den sistnämnda arten.

Pemphredon lugens Dbm.

Om denna art har jag[1] meddelat, att jag sett den bygga i gamla larvgångar i en stock, där den inbar stora, mörkfärgade bladlöss af en på barrträd lefvande art och af sand, träfragment och märgsmulor förfärdigade skiljeväggarna mellan cellerna, hvarvid stekeln med spetsen af abdomen packade det hopsamlade materialet. Sedermera har jag haft flera tillfällen att iakttaga arten, och kan följande förtjäna att anföras.

1. I de af mig iakttagna fallen bebodde denna stekel gamla larvgångar i trä af så fast beskaffenhet, att stekeln sannolikt ej själf kan gnaga däri. Ofta sågos dessa steklar rensa ut maskmjölet ur sådana larvgångar, då de skulle börja inreda sin bostad. Till skiljeväggar mellan cellerna användes dels sådant maskmjöl, som stekeln ifrigt sågs ditbära från någon närbelägen larvgång, dels tallbark, som andra sågos afskafva från på marken liggande torra grenar för att därmed sedan flyga in i boet.

2. Vid foten af ett brant berg stod en gammal död aspstam, som beboddes af åtskilliga steklar, bl. a. äfven af *Pemphredon lugens*. Denna brukade efter jaktutflykter på 2—3 minuter dit inbära svarta bladlöss, af hvilka dock en del gingo förlorade, emedan myror (Camponotus herculeanus) i stekelns frånvaro inträngde i hans bo och bortburo många af hans bladlöss. För att pröfva dessa steklars orienteringsförmåga anställdes några försök.

Kring ingången till hålan bortskars den grå ytveden på en fläck af några cm. diameter, så att ingången nu var omgifven af en bred hvit ring. Denna ovanliga anblick förvillade synbart stekeln vid återkomsten, så att han en stund flög tveksam framför sin håla, innan han beslöt sig för att inträngа däri. Dock räckte hans tvekan ej länge.

En annan stekel infångades i en flaska, då han skulle begifva sig ut på jakt, samt fördes mot vinden och från solen 150 steg in i den glesa barrskogen uppe på berget, vid hvars fot aspen stod. Berget torde väl ha varit 25 m. högt. Då stekeln här utsläpptes ur flaskan, flög han, i början åtminstone, med vinden, således i rätt riktning. Till sitt bo återkom han efter 20 minuters förlopp.

Sedan samma stekel därefter ånyo företagit några jaktutflykter och således fått tillfälle att lugna sig, infångades han ånyo i flaskan och fördes denna gång 200 steg i motsatt riktning, d. v. s. med vinden och mot solen, öfver den öppna platsen framför

[1] 1903, sid. 133.

berget samt släpptes vid brynet af en ekdunge. Vid utflykten ur flaskan flög han i början med vinden, således i orätt riktning. Till boet återvände han denna gång först efter 1 timme och 10 minuter, medan hans jaktutflykter såväl före som efter de omtalade profven endast plägade vara i 2—3 minuter. Liknande försök och med ungefär samma utgång anställdes på samma plats med *Odynerus murarius*, som bebodde samma aspstam.

Pemphredon lugubris Latr.

Redan Latreille[1] meddelar, att denna art insamlar bladlöss, hvilket bekräftas af Shuckard[2] och följande författare. Kennedy[3] tillägger, att den bebor gångar i murket trä, ur hvilka den utrensar maskmjölet. Borries[4] uppgifver, att den själf gnager sina gångar i det murkna träet. Dessa gångar äro förgrenade, och hvarje sidogång ändas med en cell. Stundom läggas flera celler i rad i en sådan sidogång, men aldrig i hufvudgången. När en cell är provianterad, stänges den med träsmulor. Borries fann 2 årliga generationer. Som parasiter hos denna art fann han *Omalus coeruleus* och *Perithous mediator*. Dessa samma parasiter har han funnit hos andra Pemphredonarter, nämligen hos *lethifer* Shuck. samt *unicolor* Fabr., särskildt i hög grad hos den sistnämnda, hos hvilken de stundom träffas i hvarenda cell, men där *Omalus coeruleus* var ersatt af *auratus*. Om båda uppgifves, att de äro ektoparasiter, som utsuga och till sist uppäta Pemphredon-larven. Särskildt framhålles om parasitstekeln *Perithous mediator*,[5] att den lägger ägget utanpå larven, utan att skada honom med gadden, och att parasitstekelns larv sedan ses suga på den fullvuxna Pemphredonlarven, stundom också på puppan. I somliga fall träffades samma parasitlarv på den i sin kokong inspunna Omalus-larven, och ur Omalus-kokonger har Borries stundom kläckt *Perithous mediator*. Borries anser, att i dessa fall den sistnämnda parasitstekeln af misstag lagt sitt ägg på den likaledes parasitiska Omalus-larven i stället för på Pemphredon-larven, som förmodligen redan var uppäten.

1. I juli 1906 träffade jag flera bon af *Pemphredon lugubris* i en murken björkstam. Det såg ut som om gångarna, i hvilka cellerna funnos, ej skulle vara gamla larvgångar, ty de innehöllo intet maskmjöl, utan voro i hela sin utsträckning upptagna af Pemphredonceller, hvarför förmodligen, såsom Borries uppger, arten själf gnager sina gångar. Flera celler funnos i rad, men de lokala omständigheterna voro sådana, att förhållandet mellan hufvudgång och bigångar ej kunde utredas. Cellerna åtskildes af ett vanligen 1 cm. tjockt lager af träsmulor. Innehållet utgjordes dels af larver, dels af puppor, de senare utan spår till kokong, såsom Verhoeff[6] framhåller förhållandet vara med alla i trä eller ihåliga stjälkar byggande Pemphredonider. Isynnerhet

[1] 1796.
[2] 1837.
[3] 1838.
[4] 1897.
[5] 1897, sid. 153—159.
[6] 1891, sid. 22.

då pupporna sedermera mörknade, kunde det ses tydligt, att hvarje abdominalsegment på ryggsidan är utrustadt med en tvärrad af stora, upprätta taggar, hvilka förmodligen utgöra ett fortskaffningsmedel för puppan inuti gången, där skiljeväggarna endast utgöras af löst liggande och därför lätt åt sidan trängda träsmulor. (Jfr. *Pemphredon Wesmaeli.*)

I de celler, som innehöllo larver, funnos svarta, vinglösa bladlöss eller rester af sådana. Flertalet larver var hemsökt af parasiter, dels guldsteklar, dels ichneumonider. Af 17 undersökta celler var det endast 7, i hvilka parasiter saknades, och där Pemphredon nådde sin fulla utveckling. Af de öfriga 10 innehöllo 2 kokonger af *Omalus* (*Elampus*) *auratus* L. Visserligen saknades i dessa Pemphredon-larven, men då äfven bladlössen voro förtärda, kunde af detta fall ingen upplysning vinnas, om den nämnda guldstekeln varit foderparasit eller om han blott förtärt Pemphredonlarven, sedan denna själf ätit upp sitt foder.

På hvar och en af de öfriga 8 Pemphredon-larverna satt en i början liten ichneumonidlarv. Genom att lägga cellernas innehåll i glasrör kunde jag följa utvecklingen. Pemphredonlarven fortsatte att förtära sina bladlöss, medan ichneumonidlarven, sittande på hans rygg, sög hans blod. I somliga fall hann Pemphredonlarven fullständigt förtära allt sitt foder, innan han själf dukade under. I andra fall åter återstodo rätt många bladlöss, hvilka ej heller sedermera uppåtos af parasitlarven. Ichneumonidlarverna förpuppades under de efter inläggningen följande 14 dagarna. De spunno ingen kokong. Flertalet utvecklades till honor med öfver ryggen tillbakaböjdt äggläggningsrör af nästan hela kroppens längd.

Då de af mig iakttagna Pemphredon-pupporna kläcktes redan i midten af juli, är det påtagligt att denna stekel, såsom Borries uppgifver, har 2 årliga generationer.

Pemphredon unicolor Fab.

Denna arts bobyggnad har beskrifvits af många författare, bl. a. Borries[1] och Nielsen,[2] hvilken senare i granstörar funnit ända till 24 i rad liggande celler, där, såsom vanligt hos seriebyggande steklar, honor utvecklades i de innersta cellerna och hanar i de yttre. Borries har sett denna art jaga bladlöss på *Tanacetum vulgare*, oaktadt bladlössen vaktades af myror. En liknande iakttagelse gjorde jag $^{29}/_{7}$, hvilken förtjänar omnämnas, emedan däraf framgår, att äfven så små byten som bladlöss paralyseras.

På ett par tistelstånd (*Cirsium lanceolatum*), hvilkas öfre delar, under blomkorgarna, voro tätt besatta med gröna och svarta bladlöss, både vinglösa och bevingade, hade en *Pemphredon unicolor* sina jaktmarker. Han måste emellertid därvid gå försiktigt till väga, ty bladlössen bevakades af myror, på ena ståndet af *Lasius*

[1] 1897, sid. 94.
[2] 1900, sid. 270.

niger och på det andra af *Formica rufa*. Vanligtvis blef han bortjagad, så snart han slog sig ner, och måste försöka på andra ställen. Men ibland lyckades han med käkarna gripa en af de vinglösa, hvilka voro de enda som han eftertraktade. De bevingade försmåddes, äfven om goda tillfällen att fånga sådana erbjödos. Så snart stekeln sålunda gripit en bladlus, paralyserade han den i flykten, hvilket kunde tydligt ses, emedan han därvid höll sig sakta sväfvande bredvid tistelståndet och sågs starkt kröka spetsen af bakkroppen fram till den i munnen fasthållna bladlusen. Bakkroppens långa, smala skaft kommer vid ett sådant paralyseringssätt väl till pass, och sannolikt är väl, att andra Pemphredonider, som fånga bladlöss, förfara på samma sätt. Denna stekel hade tydligen sitt bo i närheten, ty han återkom till jaktplatsen kort efter att ha flugit bort och aflämnat sitt byte.

Pemphredon Wesmaeli Morawitz.

Enligt Mayr (Torymiden, p. 74) har denna art setts bebo tomma Cynips-galläpplen. Borries[1] erhöll den genom kläckning ur gammalt trä. Han har sett *Omalus auratus* och *Perithous mediator* parasitera äfven på denna art. Nielsen[2] beskrifver ett af denna art i en askgren inredt bo. Skiljeväggarna mellan cellerna, af märgsmulor, voro mycket lösa, och Nielsen såg de nära kläckfärdiga pupporna medels häftiga bakkroppsvridningar borra sig in i dem, hvilket bekräftar, att de af mig hos pupporna af *P. lugubris* omtalade bakkroppstaggarna äro rörelseorgan. Förmodligen finnas de äfven hos P. Wesmaeli, fastän Nielsen ej nämner något därom.

Någon uppgift om från de öfriga arternas afvikande rof finner jag ej i litteraturen. Det var därför med en viss öfverraskning, som jag anträffade ett bo af denna art i barken af en tall, där stekeln i den enda ännu iordningställda cellen, som var tillstängd med barksmulor, hade insamlat 11 psocider af olika storlek, 4 med och 7 utan vingar. Med undantag af en af de vinglösa, som hade hoptorkad abdomen, voro alla psociderna lifligt rörliga och försökte t. o. m. gå, då de ställdes på fötterna, då däremot de af Pemphredon-arter eljes insamlade bladlössen pläga vara orörliga. Den enda stekel, som eljes är känd för att insamla psocider, är *Rhopalum clavipes*.

Crabro (Solenius) vagus L.

Redan Westwood[3] har funnit denna art bygga i trä och använda till rof »bluebottle flies». Följande författare framhålla alla dess vana att bygga trä, framförallt murket, men uppgifterna om rofvets art, fastän öfverensstämmande däri att det utgöres af flugor, växla. Det framgår emellertid, att det väljes ur mycket olika familjer.

[1] 1897.
[2] 1900, sid. 270.
[3] 1840.

Ett bo af denna, som jag anträffade i en på marken liggande murken gren af björk, utgjordes af förgrenade gångar, i hvilka flera celler lågo i rad, åtskilda af stundom mycket tjocka lager af maskmjöl. Cellernas antal var 8, deras längd omkring 10 mm. Mellanväggarna i allmänhet omkring 6 mm. tjocka. Innehållet i cellerna var följande:

Cell 1: 6 foderflugor, ung stekellarv.
» 2: 6 » (möglade).
» 3: 6 » »
» 4: 7 » en af dem med stekelns långa, smala, krökta ägg fästadt vid halsen och nästan vinkelrätt utstående åt sidan.
» 5: 6 » en med stekelns ägg fästadt på samma sätt.
» 6: 8 » » » » » » » » »
» 7: 7 » » » » » » » » »
» 8: 3 » denna cell var öppen, och stekeln hade ett par gånger setts inbära flugor däri.

De inburna foderflugorna utgjordes i öfvervägande grad af Muscider och Anthomyider; dessutom funnos en *Haematopota pluvialis* och en *Thereva*. Då andra författare uppgifva Syrphider, ännu andra *Thereva*-arter såsom öfvervägande bland de insamlade flugorna, är det påtagligt, att stekeln i fråga om byte ej är alltför exklusiv, utan i sitt val lämpar sig efter tillgången på platsen.

Af de i ofvannämnda bo anträffade flugorna hade endast tre thoraxsidorna något inklämda, och jag är ej viss, om detta var ett verk af stekeln, eller om ej snarare denna åverkan orsakats af min pincett, då jag framplockade flugorna ur cellerna. Detta må framhållas gent emot Wesenberg—Lund,[1] som uppgifver, att Crabroniderna ej paralysera sitt byte, utan, liksom enligt hans mening Bembex och Oxybelus, krossa dess thorax. Nielsen[2] lämnar samma uppgift, bl. a. äfven för *Crabro vagus*. Undersläktet *Blepharipus* uppgifves dock utgöra ett undantag och med säkerhet paralysera bytet, möjligen skulle detsamma delvis gälla för *Crossocerus*.

Jag har redan förut beträffande *Oxybelus* haft tillfälle att bemöta de nämnda påståendena om att paralysering med gadden ej skulle äga rum, och min erfarenhet öfverensstämmer i detta fall med Peckhams[3] och Fertons.[4] Då i ofvannämnda *vagus*-bo af 49 där befintliga flugor endast 3 visade någon yttre skada på thorax, en skada hvars uppkomstsätt därtill är tvifvelaktigt, tycks det vara uppenbart, att åtminstone denna art ej afviker från det hos rofsteklar vanliga paralyseringssättet.

Ett af Crabro-äggen, som med tillhörande foderflugor inlades i ett glasrör, kläcktes redan följande dag. Vingar och andra onjutbara rester hopades af larven i ena ändan af cellen. På 8:de dagen efter kläckningen hade larven förtärt allt sitt foder och börjat spinna en ljus, glesmaskig väfnad kors och tvärs i glasröret till stöd

[1] 1889, sid. 24.
[2] 1900, sid. 258.
[3] 1898, sid. 73.
[4] 1899, 1901, sid. 110.

för kokongspinningen. Ett par dagar därefter hade han därinom förfärdigat sin gula, veka, mycket långsträckt päronformade kokong, hvars tjockare ända sammandrogs till en spets.

Parasitism och parasitiska tendenser hos steklar.

Begreppet parasitism är mycket sväfvande, och ehuru enligt min mening detta uttryck borde användas endast om sådana fall, i hvilka en organism lefver på bekostnad af en annan utan att förorsaka dess undergång, så är dock det biologiska språkbruket ett annat, såsom framgår af t. ex. benämningarna parasitsteklar och parasitflugor. Om man betecknar såsom parasitism det förhållande, i hvilket dessa insektgrupper stå till sina offer, så borde följdriktigt äfven de s. k. rofsteklarna samt de solitära getingarna kallas parasiter. Enda skillnaden ligger nämligen däri, att de sistnämnda grupperna låta sina offer undergå en mer eller mindre grundlig paralyseringsprocess, som åtminstone i de flesta fall betager dem förmågan att upptaga mera näring, medan åter de af parasitsteklar hemsökta insektlarverna i början kunna synas alldeles oberörda och t. o. m. genomgå en del af den vanliga metamorfosen. Denna skillnad är emellertid endast relativ, ty effekten af paralyseringen kan i vissa fall vara snart öfvergående, såsom hos af Dolichurus förlamade kackerlackor och af Pompilider förlamade spindlar. I dessa fall kan förmågan att upptaga näring också återvända, fastän tillfälle därtill ej erbjudes för de i rofsteklarnas celler instängda djuren. Man skulle då vilja se en annan skillnad däri, att parasitsteklarna lämna sina offer kvar på den plats, där de anträffats, medan rofsteklar och solitära getingar transportera sina förlamade byten till för detta ändamål iordningställda celler. Men ej heller denna olikhet är konstant, ty dels finnes rofsteklar, som lämna sina byten kvar på den plats, där de anträffats, såsom en del Pompilider, Scolierna och *Methoca*[1], dels äro Bethyliderna af Proctotrypidernas grupp kända för att i särskildt uppsökta gömslen insläpa fjärillarver för att på dem lägga sina parasitägg. I alla händelser finnes ett gemensamt drag i förhållandet mellan alla de nämnda insektgrupperna och deras offer: offren äro dömda till undergång.

Helt annat är förhållandet mellan den enligt min mening äkta parasiten och dess värd, vare sig det gäller djur eller växter. Den äkta parasiten drager visserligen så mycken fördel som möjligt af sin värd, men utan att tillfoga för lifvet väsentliga delar någon obotlig skada. Värdens fortlefvande är ett lifsvillkor för parasiten själf. Den förres undergång medför också parasitens död, om man frånser de fall, där värddjurets död blifvit en länk i parasitens utvecklingshistoria, såsom där denna är förknippad med passiva vandringar.

Ser man parasitismen ur denna synpunkt, så finnas knappast några andra parasiter bland steklarna än foderparasiter, som tillgodogöra sig af andra insamlade förråd, och de som strängt hålla sig inom den äkta parasitismens råmärken, d. v. s. draga

[1] Adlerz, 1905.

fördel af andras arbete utan att tillfoga dem eller deras afkomma skada till lifvet, äro t. o. m. mycket lätt räknade. Såsom sådana skulle kunna betraktas de s. k. tjufbien bland våra tambin, parasithumlor, parasitgetingar, parasitmyror samt vissa tätare samboende pompilider, som tillfälligt och mer eller mindre förtäckt beröfva hvarandra de infångade jaktbytena; slutligen äfven *Oxybelus* och *Trachusa*.

Större blir antalet parasiter, om man inberäknar sådana, som lefva af andras insamlade förråd, och som, endast för att ensamma kunna tillgodogöra sig dem, döda värddjuret eller dess afkomma. Några sådana fall framhållas i det följande.

Följes återigen det vanliga språkbruket, som skiljer mellan parasitism och självarbete, alldeles frånsedt om det parasitiska förhållandet leder till det exploaterade djurets död eller ej, så äro parasitiska yttringar bland steklarna talrika. Men det är ej alltid möjligt att draga en skarp gräns mellan rofdjur och parasit. Af särskildt intresse äro de begynnelsestadier till ett parasitiskt lefnadssätt, som kunna iakttagas hos en del pompilider.

Ferton var den förste, som fäste uppmärksamheten på, hurusom hos *Pompilus viaticus* och *P. rufipes* närboende individer i obevakade ögonblick pläga beröfva hvarandra de hemförda spindlarna. Samma iakttagelser har jag ofta upprepat, och i mitt föregående arbete äro sådana företeelser skildrade under *Pompilus viaticus* n:o 1 och 5 samt *P. rufipes* n:o 10. I föreliggande arbete anföras liknande iakttagelser öfver ett par andra pompilider, nämligen *Pompilus plumbeus* n:o 3 och *Pseudagenia albifrons* n:o 10. I fråga om den sistnämnda framgår dock ej med visshet, om det varit den anfallandes afsikt att tillägna sig kamratens spindel. Den anfallnes list att låtsa sig vara död, men det oaktadt hålla fast sin spindel, räddade i alla händelser bytet åt honom.

Från detta röfveri eller tjufveri såsom begynnelsestadium bör, såsom Ferton framhåller, utvecklingen ha ledt till den af honom uppdagade parasitiska metoden hos *Pompilus pectinipes* v. d. L., hvilken står *rufipes* ganska nära. Denna stekel parasiterar, såsom Ferton visat,[1] hos *rufipes*, i det den uppsöker provianterade och tillslutna rufipes-hålor, gräfver sig ner till cellen och utbyter på den däri liggande korsspindeln rufipes-ägget mot sitt eget. Så många iakttagelser föreligga nu, att detta slags parasitism kan betraktas som ett konstateradt faktum. Af mera tillfällig art var det fall, som jag skildrat under *Psammophila hirsuta* n:o 15, hvilken stekel sågs uppgräfva en Psammophila-håla, draga fram den där magasinerade och med ägg försedda fjärillarven och paralysera den, på samma sätt som om den varit ett under ärlig jakt förvärfvadt byte. Förmodligen bör detta fall tydas såsom ett misstag af stekeln.

Från de ofvan nämnda parasitiska yttringarna hos vissa pompilider är det ej så svårt att tänka sig uppkomsten af den parasitiska metoden hos *Ceropales*, hvilken ganska mycket liknar de förutnämnda Pompilus-arterna, i synnerhet *pectinipes*. *Ceropales* är den mest utpräglade parasiten, som själf ej uträttar något annat än att lägga sitt ägg på af andra pompilider infångade spindlar. I valet af värd är han

[1] 1905, sid. 73 och ff.

därvid ej nogräknad. Jag har sett honom lura på många olika slags *Pompilus*-arter, från de största, såsom *fumipennis*, *viaticus* och *rufipes*, till de minsta, såsom *cinctellus* och *plumbeus*. Därjämte äfven på *Priocnemis exaltatus* och *Pseudagenia albifrons*, men i alla händelser på med honom själf närbesläktade arter. Föröfrigt torde nog åtskilliga andra fall af parasitism kunna antagas leda sitt ursprung från självparasitism hos någon art. På sådant sätt kan det förklaras, att ofta parasiterna äro nära besläktade med de arter, på hvilka de parasitera, såsom t. ex. labben, som parasiterar på andra långvingade simfåglar, *Vespa austriaca* på *V. rufa*, *Psithyrus* på *Bombus*, *Melecta* hos *Podalirius*, *Coelioxys* hos *Megachile* och *Podalirius*, *Sphecodes* hos *Halictus* o. s. v.

Enligt v. Siebold[1] visar Oxybelus liknande drag af självparasitism som de ofvan nämnda Pompilus-arterna, i det ofta en *Oxybelus*, som ser en annan krypa in i sin håla med sitt byte, en fluga, uppspetsadt på den bakåtriktade gadden, skyndar fram och hastigt rycker till sig flugan för att använda den för egen räkning. Ehuru jag ofta aktgifvit på denna stekel, har det ej lyckats mig att få bevittna dylika scener, men v. Siebolds iakttagelser i öfrigt bära alltigenom prägeln af tillförlitlighet, och saken är i och för sig alls icke osannolik.

Ett annat slags självparasitism har jag påvisat[2] hos *Trachusa serratulae*, af hvilken ofta kolonivis lefvande biart somliga individer gå in i andras bon och tillägna sig den tallkåda, som deras mera arbetsamma kamrater hemfört för att därmed hopklibba sina bladremsor. Detta erinrar i viss mån om ett under *Ammophila campestris* n:o 27 iakttaget fall, då två närboende steklar, som samtidigt stängde sina hålor, råkade i delo med hvarandra om de jordklumpar, som användes såsom stängningsmaterial, och hvilka de sökte beröfva hvarandra. Äfven här sökte således åtminstone den ena beröfva den andra hans arbetes frukt, ty uppsökandet af passande jordklumpar eller stenar kräfver ett omsorgsfullt val och representerar således ett visst arbete.

Det skulle kunna ifrågasättas, om dylika drag af självparasitism, som ofvan anförts, och af hvilka sannolikt långt flera skulle kunna påvisas hos kolonivis byggande steklar, böra anses såsom rent skadliga för arten i dess helhet. Påtagligt är åtminstone, att, om denna vana skulle visa sig hos flertalet individer, och således produktivt arbete skulle idkas blott af fåtalet, artens individantal skulle sjunka, och vanan i fråga kunde betraktas såsom ett degenerationsfenomen. I mindre skala utöfvad, och då ännu således de produktiva arbetarna utgöra flertalet, tycks denna vana i skadligheten af sina verkningar kunna kompenseras af det hastigare fullbordandet af provianteringen i de exploaterande individernas celler eller det raskare fortskridandet af deras cellbyggnad. Något väsentligt inflytande på artens individantal torde denna vana därför under det senare antagandet ej kunna anses äga.

Däremot kan knappast någon tvekan råda om fördelen för arten af ett sådant slags självparasitism, som jag iakttagit hos *Ceropales*,[3] i det, då två *Ceropales*-ägg befinna sig på samma spindel, den först kläckta larven äter upp sin senare utvecklade och därför i krafter underlägsa kamrat. Foderförrådet är otillräckligt för två. Bättre

[1] 1841.
[2] 1904.
[3] 1902.

då *en* kraftig individ i stället för två svältnärda, ifall de verkligen nå fram till imagostadiet. Liknande fall har jag iakttagit hos de solitära getingarna *Hoplomerus spinipes* och *Lionotus tomentosus*,[1] då händelsevis genom misstag af stekeln två ägg blifvit inlagda i samma cell, samt likaledes hos *Mellinus arvensis* (n:o 8, cell 14). Ferton har iakttagit,[2] att, då flera Chrysis-ägg inlagts i samma cell, de starkare larverna döda de svagare, till dess blott en enda återstår.

Såsom en för arten nyttig självparasitism kan man slutligen äfven betrakta sådana bland andra djurgrupper förekommande fenomen, som att honan efter parningen äter upp hanen, hvilken efter fullgjordt värf ej kan uträtta något för arten nyttigt, men däremot i form af föda åt den äggproducerande honan i någon mån kan bidraga till ökande af äggens antal. Sedan länge äro dessa förhållanden kända hos spindlar och mantider. Själf har jag iakttagit detsamma hos *Cantharis*-arter, men känner intet dylikt fall bland steklarna.

Något fall, i hvilket en rofstekel, för att låta sin afkomma ensam få komma i åtnjutande af ett af en annan insamladt näringsförråd, dödar denne senare, är ej kändt. Detta är däremot iakttaget i förhållandet mellan *Sphecodes* och *Halictus*, fastän denna intressanta omständighet till följd af de få iakttagelsefallen ännu ej hunnit bli allmänt bekant. Ferton, hvilken man har att tacka för afslöjandet af så många andra förut okända drag i steklarnas lefnadsförhållanden, är äfven här den som lämnat de mest detaljerade meddelandena[3] om huru Sphecodes dels genom list, dels genom våld inträngер i de af portvakten bevakade Halictusboen samt dödar och kastar ut deras ägare. Då dessa iakttagelser blifvit betviflade, kan det vara af intresse att nämna, att jag under den förgångna sommaren såg en *Sphecodes gibbus* söka gräfva sig in i ett bo af *Halictus leucozonius*, hvars portvakt tilltäppte hålans mynning med spetsen af sin abdomen och försökte försvara sig med gadden. Sphecodes försökte gräfva sig ner bredvid portvakten, omväxlande med att han sökte sticka honom. Då slutligen Halictus efter långvarigt försvar oroades något af min pincett och drog sig ner i hålan, följde Sphecodes genast efter och befanns, då hålan en half timme därefter öppnades, ha i det närmaste dödat boets invånare, som blott helt trögt rörde benen. De närmare detaljerna skola meddelas vid ett annat tillfälle.

Mera spridt är ett annat parasitiskt tillvägagående, då den parasiterande stekeln själf eller hans larv förstör värddjurets på foderförrådet fästade ägg eller nykläckta larv. Det förra fallet inträffar hos den här ofvan omtalade *Pompilus pectinipes*, det senare hos *Ceropales*. Hos af *Sapyga*, *Mutilla* och sannolikt äfven *Nysson* hemsökta steklar förstöres också det på foderförrådet fästade ägget, men huruvida detta utföres af den parasiterande stekeln själf eller af hans larv känner man ej. Visst är däremot, att hos vår vanligaste guldstekel, *Chrysis ignita*, den nykläckta larven, såsom jag numera öfvertygat mig genom direkt iakttagelse, såsom sin första måltid förtär värdstekelns ägg för att sedan ostördt få förtära de af samma värdstekel samlade foderförråden. Detta må framhållas mot Lepeletier och R. du Buysson, hvilka endast

[1] 1906, sid. 13 och 32.
[2] 1905.
[3] 1898, sid 75; 1905, sid. 60.

iakttagit den andra bland Chrysididerna praktiserade metoden, de arters nämligen, som fästa sitt ägg på värddjurets redan fullvuxna och t. o. m. inspunna larv.

Till fullständigande af de få kända fallen af parasitism hos rofsteklar må till sist erinras om ett par iakttagelser, som skulle tyda på ett slags ektoparasitism på fritt kringlöpande spindlar. I Brehms Thierleben (3 Aufl., sid. 296) anföres en iakttagelse af F. Karsch, som infångade en hona af *Tarentula inquilina* med en utväxt på bakkroppen, hvilken sedermera visade sig vara en parasiterande larv. Denna larv förtärde spindeln, förpuppades och utvecklades till en *Pompilus trivialis*. Med den kännedom om denna stekels lefnadssätt, som vi numera äga, förefaller det högst sannolikt, att den af Karsch infångade spindeln på ett eller annat sätt sluppit ut ur den håla, i hvilken han utan tvifvel blifvit instängd af stekeln, samt att han därefter med stekelns nykläckta larv spatserat omkring en tid, enär det ofta visat sig, att de af pompilider förlamade spindlarna krya till sig och återfå sin fulla rörelseförmåga, dock utan att befria sig från ägget eller den därur kläckta parasitlarven, som till sist blir deras bane.

Svårförklarligare är däremot den af Verhoeff[1] anförda iakttagelsen af Bertkau, enligt hvilken 2 i sina väfvar sittande, ännu lefvande spindlar (Erasus cinnabarinus) befunnos ha bakkroppen nästan uppäten af en på hvar och en af dem sittande blekgul larv, som sedermera utvecklades till *Pompilus coccineus*. Emellertid skulle bekräftelse på det enstaka iakttagelsefallet vara önskvärd, innan det kan upptagas till diskussion. I och för sig är visserligen ett sådant slags parasitism ej osannolikare än de säkert konstaterade fall, i hvilka pompilider förlama spindlarna i deras egna hålor och lämna dem kvar där, sedan de fäst sitt ägg på dem. Men lefnadssättet i fria luften, i fullt dagsljus och kanske solsken, förutsätter, tycks det, en annan beskaffenhet af huden än hos de i mörka, underjordiska hålor lefvande larverna, för hvilka dagsljuset, åtminstone i flertalet fall, visar sig vara en plåga.

[1] 1891, sid. 58.

Litteraturförteckning.

Adlerz, G.: *Ceropales maculata*, en parasitisk pompilid [Bih. Vetensk. Akademiens Handlingar Bd 28, Afd. IV, N:o 14. 1902].

» » Iakttagelser öfver *Hoplomerus reniformis* [Ent. Tidskr. 1902].

» » Lefnadsförhållanden och instinkter inom familjerna *Pompilidae* och *Sphegidae* [Vetensk. Akademiens Handlingar Bd 37, N:o 5. 1903].

» » Cellbyggnad och tjufbin hos *Trachusa serratulae* [Ent. Tidskr. 1904].

» » *Methoca ichneumonides* Latr., dess lefnadssätt och utvecklingsstadier [Arkiv för zoologi. Bd 3. N:o 4. 1905].

» » Iakttagelser öfver solitära getingar [Ibid. Bd 3. N:o 17. 1906].

Ashmead, W. H.: The habits of the aculeate Hymenoptera [Psyche, Vol. 7. 1894—96, pag. 19—26; 39—46; 59—66; 75—79. Cambridge, Mass. U. S. A. 1896].

Borries, H.: Bidrag til de danske Gravehvepses Biologi [Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening. Köbenhavn 1897].

» » Om *Perithous mediator* og *Omalus auratus* [Ibid. 1897].

Bouché, P. F.: Naturgeschichte der Insekten. Berlin 1834.

De Geer, Charles.: Memoires pour servir à l'Historie des Insectes. Tome 2. part. 2. Stockholm 1771.

Fabre, J. H.: Souvenirs entomologiques. Études sur l'instinct et les moeurs des insectes. Sér. IV. Paris 1891.

Ferton, Ch.: Notes pour servir à l'historie de l'instinct des Pompilides [Actes de la Soc. Linnéenne de Bordeaux 1891].

» » Nouveaux hyménoptères fouisseurs et observations sur l'instinct de quelques espèces [Ibid. 1896].

» » Nouvelles observations sur l'instinct des Pompilides [Ibid. 1897].

» Sur les moeurs des *Sphecodes* Latr. et des *Halictus* Latr. [Bull. soc. ent. de France 1898].

» » Notes détachées sur l'instinct des hyménoptères mellifères et ravisseurs avec la description de quelques espèces. Sér. I [Ann. de la Soc. ent. de France 1901].

» » Notes détachées etc. Sér. III [Ibid 1905].

Giraud, J.: Mémoire sur les insectes qui habitent les tiges sèches de la ronce (Rubus fruticosus) [Ann. de la Soc. ent. de France. Sér. 4. t. VI. 1866].

Goureau, le colonel: Note sur les moeurs de divers Hyménoptères [Ibid. Sér. 3. t. V. 1857].

Kennedy.: Observations upon the economy of several species of Hymenoptera [London and Edinb. Phil. Mag. a. Journ. of sc. New Series. t. XII. London 1838].

Kohl, F. F.: Die Raubwespen Tirol's [Zeitschr. des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. 3 Folge, 24 Heft, Innsbruck 1880].

Lepeletier de St. Fargeau: Encyclopédie méthodique. Hist. nat. Entomol. t. X. Paris 1829.

Linné, C. von: Systema naturae. Tom. I. Pars. II. Ed. XII reformata. Holmiae 1767.

Nielsen, I. C.: Biologiske Studier over Gravehvepse [Vidensk. Middelelser fra den naturh. Foren. i Köbenhavn 1900].

Nördlinger: Nachtrag zu Ratzeburgs Forstinsecten [Stett. Ent. Zeit. 6 Jahrg. 1848].

Peckham, G. and E.: Notes on the Habits of *Trypoxylon rubrocinctum* and *Trypoxylon albopilosum* [Psyche, Vol. 7. 1894—96, p. 303—306].

PECKHAM, G. and E.: On the instincts and habits of the solitary wasps [Wisconsin Geological and Natural History Survey. Bull. no. 2. Scientific Series no. 1. 1898].

» » » » Wasps, social and solitary. Westminster 1905.

RATZEBURG, J. T. C.: Forstinsekten. III Theil. Berlin 1844.

RÉAUMUR, RÉNÉ ANT. FERCHAULD DE: Mémoires pour servir à l'histoire des insectes. T. VI. Paris 1742.

SHUCKARD, W. E.: Essay on the indigenous fossorial hymenoptera. London 1837.

SIEBOLD, C. TH. DE: Observationes quaedam entomologicae de *Oxybelo uniglume* atque *Miltogramma conica*. Erlangen 1841.

THOMSON, C. G.: Hymenoptera Scandinaviae. T. III. 1874.

VERHOEFF, C.: Biologische Aphorismen [Verh. Naturh. Ver. f. Reinl. u. Westf. Bonn. 1891].

WESENBERG-LUND, C.: *Bembex rostrata*, dens Liv og Instinkter [Entomologiske Meddelelser. Köbenhavn 1889].

WESTWOOD, J. O.: An introduction to the modern classification of insects, founded on the natural habits and corresponding organisation of the different families. Vol. II. London 1840.

Tryckt den 20 november 1906.

Uppsala 1906. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Uppsala 1906 Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 2.

ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

I

PERUS OCH BOLIVIAS GRÄNSTRAKTER

1904—1905

AF

ERLAND NORDENSKIÖLD

MED 7 TAFLOR OCH 54 FIGURER JÄMTE EN KARTSKISS I TEXTEN

MEDDELAD DEN 24 NOVEMBER 1906 AF O. MONTELIUS OCH E. LÖNNBERG

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN	LONDON	PARIS
R. FRIEDLÄNDER & SOHN	WILLIAM WESLEY & SON	LIBRAIRIE H. LE SOUDIER
11 CARLSTRASSE	28 ESSEX STREET. STRAND	174 BOULEVARD S:T GERMAIN

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOOLOGY
LIBRARY
JUN 1 1971
HARVARD UNIVERSITY

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 2.

ARKEOLOGISKA UNDERSÖKNINGAR

I

PERUS OCH BOLIVIAS GRÄNSTRAKTER

1904—1905

AF

ERLAND NORDENSKIÖLD

MED 7 TAFLOR OCH 54 FIGURER JÄMTE EN KARTSKISS I TEXTEN

MEDDELAD DEN 24 NOVEMBER 1906 AF O. MONTELIUS OCH E. LÖNNBERG

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1906

Inledning.

I denna afhandling kommer att redogöras för de arkeologiska undersökningar, som jag gjort i Perus och Bolivias gränstrakter 1904—1905. Dessa undersökningar hafva, såsom vi se af det följande, omfattat ett jämförelsevis litet område. Detta är säkerligen en fördel, så till vida att vi i Sydamerika redan äro öfver de stora rekognoseringarnes tid och böra ägna oss åt detaljforskningen. Det undersökta området erbjuder ett stort intresse däruti, att det är en del af gränsområdet mellan de andinska fjällen, före eröfringen bebodda af indianer stående på ett ganska utveckladt kulturstadium, och urskogsområdet med sin ännu för kort tid sedan i »stenålder» lefvande, ej bofasta befolkning.

De af mig företagna arkeologiska arbetena hafva omfattat hufvudsakligen undersökning af grafvar, men äfven af några boplatser. Därjämte hafva några hällristningar, bergsmålningar och stenskulpturer fotograferats eller aftecknats.

Med tacksamhet vill jag här erinra om dem, som möjliggjort dessa undersökningar, genom att lämna bidrag till expeditionen.

Svenska sällskapet för Antropologi och Geografi.
Stiftelsen Lars Hiertas minne.
Löjtnant D. Bildt.
Legationssekreterare H. Bildt.
Apotekare H. Enell.
Grosshandlare W. Bäckström.
Bankdirektör L. Frænkel.
Disponenten A. Hernmark.
Kandidat A. Hirsch.
Godsägare C. F. Lundström.
Direktör H. Nordenskköld.
Kommendörkapten W. Nordenskjöld.
Grefve Eric von Rosen.
Konsul B. Sederholm.
Generalkonsul I. W. Smitt.

Mycken hjälp vid mitt arbete, äfven vid utgräfningen af en del grafvar, har jag haft af min reskamrat D:r Nils Holmgren, för hvilket jag här vill uttrycka mitt varma tack.

Här beskrifna samlingar tillhöra numera genom D:r och fru A. Paulis mecenatskap Riksmuseets etnografiska afdelning och hafva inventarienumren 06. I. 1—06. I. 761. En mindre del är utställd på nämnda museums afdelning I. Rum VII. Af de gjorda fynden äro skeletten ej här nedan beskrifna, då bearbetningen af dessa öfverlåtits till en specialist, professor J. V. Hultkrantz.

De i texten publicerade teckningarna af föremål äro utförda af herr A. Österberg. Fotografier af grafvar o. d. äro tagna af författaren.

Stockholm den 12 augusti 1906.

Erland Nordenskiöld.

Det undersökta områdets läge och naturförhållanden.

Det område, där de arkeologiska undersökningar gjorts, för hvilka här skall redogöras, ligger mellan 68°—71° L. G. W. och 14°—15° S. B. Det är delar af provinserna Sandia och Caravaya i Peru och provinsen Caupolican i Bolivia, omfattande en del af den centralandinska fjällmassans nordöstsluttningar. Från de snöhöljda fjälltoppar, som begränsa den andinska högslätten komma här följande floder med bifloder, Rio Tuiche, Rio Tambopata och Rio Inambari. Den förstnämnda af dessa är biflod till Rio Beni, de tvenne senare till Rio Madre de Dios. Förenta bilda dessa Rio Madera, som är en af Amazonflodens hufvudarmar. Inom det område, där jag gjort arkeologiska undersökningar, är ingen af dessa floder segelbar.

Andernas högsta kedja är icke öfverallt vattendelare, utan flyta en del bäckar upp på högslätten genombrytande bergskedjan eller rättare raden af bergstoppar. Andernas fall mot öster är här också mycket skarpt, såsom vi se af de betydande höjdskillnaderna.

De dalgångar, floderna bilda, vidga sig i allmänhet mellan 3 och 4,000 meter, för att sedan åter längre ned tränga ihop sig. De egentliga slätterna vid Andernas fot, såsom den här nedan omtalade Buturoslätten, börja på 6 à 700 meters höjd. De äro icke, inom det här behandlade området, mycket stora och sammanhängande utan öfverallt afbrutna af kullar och mindre bergspartier.

Bergarten i fjälldalarna är i allmänhet silurisk skiffer innehållande trilobiter och graptoliter.[1] I Pelechucodalen är den brytbar i stora till byggnadsmaterial för-

[1] Dessa fossil kommer Prof. G. Holm att inom kort beskrifva i en större afhandling.

träffliga flak. I fjällpassen möta vi nefelinsyenit och porfyr. Antagligen finnas äfven där diabas och diabastuff anstående, fastän jag blott sett dessa bergarter i lösa block. Längre ned på slätterna vid Andernas fot möta vi en röd sandsten, hvars ålder jag ej känner. Omkring Pata finnes anstående silurisk fossilförande sandsten. Till denna hör möjligen äfven sandstenen omkring Apolo. Kopparmalm finnes vid Mojos och vid San Juan del oro i den siluriska skiffern. Guld har med framgång vaskats och brutits på många platser. Provinsen Caravaya har allt sedan den första eröfringen varit berömd för sitt guld.

Kartskiss öfver det undersökta området.

Skogsgränsen ligger betydligt olika i olika dalar och mycket olika i de skyddade dalarne och på bergssluttningarne. I Pelechucodalen ligger den på c:a 3,500 m. Den skog, som går upp till denna höjd, är dock en slags buskskog. Enstaka quenuadungar träffas ännu högre upp i fjällen. I Quearadalen är skogsgränsen ungefär densamma. Vid Mojos (1,617 m.) och San Juan del oro, hvilka platser antagligen ligga på ungefär samma höjd, äro höjderna skoglösa, men vidtager i dalarna (något hundratal meter längre ned) den egentliga urskogen, som med undantag af den alldeles skoglösa Apoloslätten, nästan oafbrutet utbreder sig mot norr och öster.

Ganska talrika, icke allt för ofarbara pass göra förbindelsen mellan högslätten och fjälldalarna ganska lätt. De pass, jag känner, äro dem mellan Cojata och Pelechuco, mellan Sina och Poto, mellan Quiaca och Picotani och det öfver Macusani,

Förbindelsen mellan de olika dalarne är ganska obekväm, så att vägarne ofta måste ledas upp till den eviga snön öfver höga fjäll, som äro mycket svårare att gå öfver än passen mellan högslätten och fjälldalarne i öster. Dessa svåra kommunikationer böra naturligtvis underlätta uppkomsten af för de olika dalarnes befolkning karakteristiska egendomligheter.

Vägarna inåt urskogarne följa nästan alltid floderna. Anläggningen af gångstigarne eller ridvägarna längsmed dessa möta oerhörda svårigheter i de trånga, branta dalarne. Floderna erbjuda också stora hinder för kommunikationerna. De äro som nämndt ej segelbara, och under regntiden äro många af dem tidtals farliga eller rent af omöjliga att vada öfver.

Mycket hindrande för förbindelsen mellan olika platser är naturligtvis urskogen, då vägarne genom den måste huggas upp steg för steg. En oerhörd vittring åtföljd af stora ras och stor lateritbildning underlättar icke heller väganläggningar.

De naturliga näringarna i de högre fjälldalarne äro boskapsskötsel och åkerbruk. Floderna i fjällen äro fattiga på fisk, liksom möjligheterna att där lifnära sig på jakt äro ganska obetydliga.

Snön på de höga fjällen och det minskade betet bildar en gräns uppåt för boskapsskötseln. Något lägre på c:a 4,000 meters höjd är odlingsgränsen för de härdigaste kulturväxterna, potatis, oka (Oxalis tuberosa), bondbönor, quinua, papa lisa (Ullucos tuberosus) och korn. Inåt urskogarne kunna naturligtvis talrika kulturväxter odlas. Många dalar äro så trånga och sluttningarna så branta, att de ej lämpa sig för åkerbruk. Detta är orsaken till, att vi t. ex. mellan Queara—Pelechuco och Mojos—Capamitas hafva ett stort område, som är obebodt och som antagligen alltid varit så.

De bästa betesmarkerna äro i fjällen. Inåt urskogarne finnes intet bete, som kan underhålla talrik boskap. I de högsta fjällen trifves bäst alpacas och llamas, något längre ned får och äfven hästar och nötkreatur. Vi se sålunda att de icke importerade husdjuren höra intimt ihop med fjällen. Utom på grund af brist på bete är det omöjligt att hafva boskap inåt urskogarne framför allt inte de långhåriga djuren, då de på kort tid förstöras af insekter och vampyrer. Något ynkligare och mera bortkommet än en karavan llamadjur, som förirrat sig in till gummifaktorierna, får man sällan se. Betet i urskogarna är, utom att det är fattigt, föga närande.

För en boskapsskötande befolkning kommande från fjällen är därför den naturliga kulturgränsen mot nordost gränsen för betesmarkerna d. v. s. urskogarne. Vi skola i det följande se betydelsen af denna kulturgräns. Fjällens kulturväxter potatis, oka etc., som icke med framgång kunna odlas inåt de tropiska urskogarne, måste också binda fjällindianen vid de högre fjälldalarne.

Mot denna bakgrund skola vi förstå den skarpa kulturgräns, vi här möta på Andernas nordostsluttningar.

Historik.

Dessa trakters upptäcktshistoria är ganska märklig. Redan kort efter Perus upptäckt trängde spaniorerna ned i dalarne öster om Anderna, och anlade de där San Juan del oro m. fl. platser (Raimondi [*27*]). Ännu 1905 var urskogsområdet helt nära denna plats delvis obebodt och okändt. Hvad som lockade de förste hvite männen till dessa trakter var guld. Efter guldsökarne kommo missionärerna. Af dessa är fransiscanernas historia väl känd, då den skrifvits af Armentia[1] (*3*). Äfven Ballivian (*5*) har publicerat ett intressant manuskript, som förtäljer åtskilligt om missionens historia i dessa trakter.

Vi känna sålunda, att Mojos anlades 1617[2] af Pedro Legui Urquiza, nära Mojos bör vid denna tid gränsen mellan fjällindianerna och urskogsstammarne ha varit, d. v. s. samma gräns, som de arkeologiska undersökningarne gifvit. Vidare få vi veta, att Pata anlades 1680, Apolo första gången 1615, andra gången 1690 och Aten 1699. Af de många omtalade stamnamnen känna vi igen en del såsom leco och araona, men de flesta äro nu okända. Troligen hafva dessa många »stammar», som uppräknas i missionernas historia såsom uchupiamonas, pasaramonas, aguachiles, sabamonas, saparrunas, siliamas, paimainos etc. etc. ej varit stammar med skilda språk, utan horder benämnda efter de orter, där de lefde, eller efter sina höfdingar, ty de språk, som omtalas, äro, utom quichua, blott de här nu brukliga leco, lapalapa (lapachu) och tacana. Af det, som vi i missionernas historia få veta om dessa stammars seder och bruk, är det tydligt, att dessa leco-, tacana- och lapalapa- (lapachu) talande stammar stått vid denna tidpunkt ungefär på samma ståndpunkt som de i urskogarne vid Rio Tambopata och Rio Inambari nu lefvande tacana- och panotalande stammarne. (Jämför Nordenskiöld [*22*]). Öfvergå vi till att tala om den vetenskapliga utforskningen af dessa trakter vill jag först nämna d'Orbignys (*24*) korta beskrifning af de omkring Apolo och S:ta Cruz del valle ameño boende lapachutalande apolista. Viktiga bidrag till kännedomen om de omkring Aten boende leco har Weddel (*33*) lämnat. Markhams (*17*, *18*) arbeten innehålla från dessa trakter ej mycket af etnologiskt intresse. Få etnografiska och arkeologiska uppgifter finna vi äfven hos Raimondi (*26*, *27*), som berest provinserna Caravaya och Sandia. Han omtalar grafhus, »chulpas», vid vägen mellan Coasa och Usicayos samt mellan Cuyo-Cuyo och Patambuco. Cardus (*9*) har gjort viktiga linguistiska upptecknings. Sådana hafva isynnerhet äfven Armentia gjort, och är det tack vare honom och utgifvaren af en del af hans upptecknings, Lafone-Quevedo, som vi känna tacanaspråket. Leco och lapachu eller lapalapa äro ej samma språk, såsom

[1] Armentia är spanior. Som en fattig fransiscanermunk har han till fots vandrat genom stora delar af Bolivias urskogar såsom en de s. k. vilda indianernas vän och hjälpare och med stort intresse för etnologiska forskningar. Nu en grånad, vördnadsbjudande gubbe, biskop af La Paz, ägnar han sig åt studiet af de trakters historia, han lärt sig att hålla af, då han med entusiasm sökte bana väg för forskningen och den religion, han förkunnade.

[2] Årtalen för de olika platsernas anläggning, liksom stammnamn etc. äro betydligt olika hos Armentia och Ballivian och böra ej anses vidare tillförlitliga.

Lafone-Quevedo synes antaga. Armentias mycket betydelsefulla resor omfatta dock hufvudsakligen urskogstrakterna öster och norr om det område, som här beskrifves. Evans (*12*) annars viktiga resa i Caupolicon har icke lämnat mycket etnografiskt utbyte, då ingen af medlemmarne af hans expedition sysselsatte sig med dylika forskningar. Ingen af de moderna peruanska och bolivianska resande, som under de senaste åren besökt Inambaris och Tambopatas floddalar, hafva ägnat de högre fjälldalarnes arkeologi och etnografi någon uppmärksamhet. Däremot har Bandelier jämte sin högst energiska, för sitt mod och sin uthållighet af alla mycket beundrade fru, gjort betydliga gräfningar i Pelechuco- och Quearadalarne. Om resultatet af dessa veta vi tyvärr ännu ingenting. Några smärre bidrag till kännedomen om dessa trakters etnografi har äfven författaren förut lämnat (*21*, *22*, *23*).

Den nuvarande befolkningen inom det undersökta området.

För den nuvarande stamfördelningen har jag ganska utförligt redogjort i Globus (*21*) och Ymer (*22*), hvarjämte jag där äfven omtalat de naturliga betingelserna för denna. Jag vill därför här hänvisa till nämnda uppsatser och till här bifogade kartskiss. I samband med kartan vill jag dock erinra om, att fjälldalarne bebos af en quichuatalande befolkning uppblandad med ytterst få aymarakolonister. Gränsen mellan aymara och quichua är vid Cojata på högslätten. Omkring Apolo träffa vi några få lapalapa- (lapachu) talande indianer, omkring Aten några leco- och här och där några tacanatalande indianer från Tumupasa, Ixiamas och San José. Dessa indianer äro s. k. civiliserade och »kristna», och deras kultur är i det stora hela, med modifikationer efter de naturförhållanden, under hvilka de lefva, densamma som den andinska fjällkulturens indianers i stora delar af Peru, Bolivia och norra Argentina. Urskogarne längre inåt Rio Inambari och Rio Tambopata bebos af små stammar, som intill de sista åren lefvat i ren stenålder, oberörda af såväl de hvites som fjällindianernas kultur. Vi hafva sålunda här vid Andernas fot en skarp kulturgräns mellan de högre stående fjällindianerna och de små urskogsstammarne.

För att belysa mina arkeologiska iakttagelser har jag i det följande på flera ställen gjort jämförelser med den nuvarande befolkningen.

Metoden vid gräfningarne. Svårigheten att finna orörda grafvar.

Graf- eller boplatsundersökningar eller annan insamling af arkeologiska föremål har jag gjort vid Pelechuco, Macara, Queara, Calla, Mojos, Llanalomas, Capamitas, Soriani, Pata, Crucero, Yanari, S:ta Cruz del valle ameño, Apolo, Aten, Puina, Saqui, Sina, Quiaca, mellan Quiaca och San Juan del oro, San Juan del oro, Ollachea, Chia, Quichu, Corani, Llinquipata, Buturo, mellan Buturo och San Juan, San Juan, San Fermin och San Carlos, hvarjämte jag i Apolo erhållit ett par föremål från Chusecani. I de flesta högre belägna fjälldalar finnes här talrika grafhus och grott-

grafvar, men det är mycket få, som äro orörda. De flesta äro genomsökta af skattgräfvare. Med undantag af dem, herr och fru BANDELIER gräft ut i Pelechuco- och Quearadalarne, äro, hvad jag vet, inga utgräfda med någon som helst omsorg. De mycket lätt plundrade grafvarne hafva varit lockande att undersöka för såväl resande utländingar som i dalarne bosatta mestizer. Sålunda har den numera aflidne guvernören Sanchez i Cojata undersökt en mängd grafvar. Hvart de samlingar, som han gjorde, tagit vägen, vet jag ej. Han har arbetat i Pelechuco och närliggande dalar. Kanske har han kastat bort allt, som ej var af »bättre» metall. Chiadalens grafhus hafva genomsökts af en präst från Macusani. Äfven han sökte väl guld. Många grafvar i dalarne omkring Sandia har en nordamerikansk ingeniör låtit genomforska, men ej med bättre resultat än att han fann *hvarenda en* förut plundrad. Att indianerna själfva plundrat grafvarne, har äfven varit vanligt, då bland dem några finnas, som äro mera upplysta och ej äro rädda, för att de döda skola vredgas. Andra indianer hafva plundrat grafvarne, sedan de först försonat de där begrafda, »las chulpas», med att offra coca och bränvin. En stor mängd grafvar hafva förstörts, genom att stenarne tagits till byggnadsmaterial. Sålunda äro i Pelechucodalen en mängd broar m. m. byggda af därtill förträffliga, stora skifferflak, tagna från grafvarne. Med undantag af några mycket otillgängligt belägna grafvar hafva äfven samtliga grafvar genomsnokats af hundar och räfvar, så att skeletten ej mer ligga i sina ursprungliga lägen. Då alla skelett i de grafvar, jag funnit outgräfda, träffas ytligt, är det sålunda mycket vanligt, att i grafvarne finna kraniet af en individ i ena ändan af grafven och underkäken i den andra. Det är äfven vanligt, att i en graf finna t. ex. sju kranier men blott fem underkäkar e. d. De öfriga äro helt enkelt försvunna. De hafva antagligen släpats bort af indianernas alltid uthungrade hundar eller af räfvar. Vi se sålunda, i hvilket skick grafvarne befinna sig, och det är först efter att genomgå ett stort antal sådana, som jag funnit några orörda eller blott delvis plundrade.

Det är likväl lättare här i fjälldalarne än på högslätten kring Lago Titicaca att finna oplundrade ofvanjordsgrafvar, ty antalet af »curiosos», nyfikna, som passerat fram här, har varit mindre, än på den af mera upplysta bolivianer och peruaner bebodda och af talrika européer genomresta högslätten. Det är ganska märkligt att SQUIER (*28*), MIDDENDORF (*19*), v. TSCHUDI (*30*) och WIENER (*34*), hvilka alla beskrifva liknande ofvanjordsgrafvar, »chulpas», ej omtala från dessa andra fynd än skelettdelar och krukskärfvor. Då de ej funnit några schalnålar, topos, hvilka äro synnerligen karakteristiska för dessa grafvar, så är det tydligt, att de aldrig undersökt ett oplundradt grafhus. SQUIER (*28*) har likväl undersökt ganska många grafvar af detta slag. Utom BANDELIER (*6*) är FORBES (*13*) den enda, som omtalar topos från dylika grafvar.

I det på arkeologiska föremål från den centralandinska fjällkulturen så ytterst rika Museum für Völkerkunde i Berlin finnes troligen ej någon som helst artefakt, som är etiketterad såsom funnen i ett grafhus, »chulpa». Detta hindrar ej, att många af de vackraste topos, som finnas i nämnda samling säkert äro grafhusfynd. De, äro antagligen köpta af plundrare. Detta gäller särskildt de nålar, som finnas på

nämnda museum från provinsen Omasuyos vid Lago Titicaca. I British Museum finnes ej ett säkert grafhusfynd. Då det ansamlas så oerhörda massor af krukgods, metallföremål etc. i europeiska museer, om hvilka man ej vet annat än, att de äro funna i Peru och Bolivia i närheten af någon viss ort därstädes, vore det mycket viktigt att få alla kommande grafundersökningar så gjorda, att man får veta, hvilka slag af föremål höra till den eller den typen af grafvar.

Hvad grafvarne under flat mark i kusttrakterna beträffa, bör det lätt genom noggranna gräfningar kunna konstateras, hvilka föremål höra till det eller det skelettet, då detta i allmänhet ligger i sitt ursprungliga läge. *Vid undersökningen af grafhusen kan man ej komma längre än till att kunna säga, hvilka föremål träffas i en graf, men man kan ej annat än undantagsvis afgöra, med hvilket af de skelett, som träffas i grafven, de blifvit ditlagda, då skeletten i grafvarne, som nämndt, nästan alltid träffas hopblandade.* Tyvärr kan man, som jag nedan skall närmare omtala, ej heller afgöra, om föremålen, man träffar i grafven, ditkommit samtidigt med skeletten eller efter eller före dem samtliga. *När jag undersökt grafvarne här, har jag sålunda fått inskränka mig till att sammanhålla föremålen från hvarje särskild graf.* Om stora mängder af liknande grafvar ännu träffas oundersökta och dessa blifva utgräfda med omsorg, eller kanske när BANDELIER beskrifvit sitt material, skall man kunna komma till visshet om, hvilka artefakter, som äro karakteristiska för de olika graftyperna. Därtill räcker ej mitt material.

Det är här ännu tid att rädda en del grafvar undan förstörelse, om peruanska och bolivianska regeringarne ingrepo och förbjödo, att de fingo nedrifvas.

Samtliga i grafvarne funna artefakter har jag naturligtvis tillvaratagit, därjämte de skelett, som varit fullständiga eller nästan fullständiga. När, såsom oftast har varit fallet, en massa skelettdelar från olika individer legat blandade, så har jag blott tillvaratagit kraniet. Alla kranier har jag likväl ej kunnat samla, utan har jag inskränkt mig till något öfver 200 af de bäst bibehållna eller särskildt intressanta, såsom trepanerade, starkt pressade o. s. v. En stor del kranier sakna underkäk. Bäst hade naturligtvis varit, om hvartenda ben i grafvarne tillvaratagits, men hade jag då fått oerhörda transportkostnader.

Vid sökandet efter grafvar, har någon gång några af de mera fördomsfria indianerna hjälpt mig. De veta nämligen, hvilka grafvar ej äro plundrade och visa dem mot en billig betalning. De flesta indianerna voro ej mycket angelägna om att visa mig, hvar grafvarne voro. De ansågo nämligen, att »chulpas», d. v. s. dem som begrafts där, skulle hämnas genom att göra dem sjuka. Många indianer offra också därför coca och brännvin vid sökandet efter grafvar. Indianerna tro äfven, att utgräfning af grafvarne förorsakar torka. Samma föreställning har jag mött i norra Argentina, i Puna de Jujuy, där indianerna förklarade uteblifven nederbörd hafva sin orsak i, att vi gräft ut grafvar vid Casabindo och Ojo de Agua. Med denna föreställning sammanhänger indianernas tro att, om man tager upp skallen ur en kristen, modern graf, så blir det solsken och torka, eller att det inte regnar, då ett lik får ligga obegrafvet ute i markerna.

Några större boplatsundersökningar har jag ej gjort, utan har jag på de få boplatser, jag undersökt, blott här och där gjort mindre skärningar samt samlat alla lösa fynd, som jag eller mina följeslagare kunde finna blottade. Hvad indianerna funnit vid röjningen i markerna, har jag inköpt. Vid ankomsten till en dal har jag sålunda spridt ut, att jag betalade 50 »centavos» för en stenyxa, 3 »bolivianos» för en orörd graf o. s. v., på så sätt försökande att med penningens makt öfvervinna indianernas fruktan.

En rolig förklaring gåfvo indianerna i Quearadalen, på att jag tillvaratog kranier och skeletter. De sade nämligen, att jag tog dem med mig till mitt land för att sätta ihop dem och göra dem lefvande, dels för att använda dem till arbetare, då folket i mitt land var svagt och lättjefullt, dels för att piska ur dem hemligheten, hvar Incas hade haft sina guldgrufvor. Guld har ju alltid lockat den hvite mannen till ansträngningar och grymhet.

Jag öfvergår nu till beskrifningen af de undersökta grafvarne.

Beskrifning af grafvarne.

Vid beskrifningen af föremålen har jag äfven anfört deras nummer i Riksmuseets etnografiska afdelnings inventar. (06.1. etc.).

Pelechucodalen, 3610 m. ö. h.

I denna dal finnes en mängd grafvar, dels af den typ, som är afbildad tafl. 1 fig. 9 med smärre variationer, dels af den typ, som vi se återgifven tafl. 1 fig. 8. De träffas alla ofvanför Pelechucobyn, ofvanför skogsgränsen och nedanför odlingsgränsen. De flesta äro, från Cojatapasset räknat, belägna till vänster om Pelechucobäcken. Ett större antal stå tillsammans på en kulle, som synes vida omkring. De flesta voro redan utgräfda, när jag kom till dalen.

Graf 1. Pelechuco. Tafl. 1 fig. 9.

Denna graf träffades tätt intill ridvägen, som för från högslätten till Pelechuco. Den var orörd. Detta antagligen därför att alla de, som passerat fram där, antagit den, då den ligger nära vägen, vara för länge sedan utgräfd. Grafhuset består af fem stora skifferflak. Täckstenen är i ena kanten försedd med ett rundt hål. Antagligen har man fästadt rep i detta för att på så sätt lättare kunna transportera stenen till grafplatsen. Dylika hål (se äfven tafl. 1 fig. 2) kunna ej hafva varit ämnade till utgång åt den döde, ty då skulle de ej finnas äfven i öfverskjutande delar af täckstenen, där de ej förbinda grafrummet med den yttre världen. I grafhuset träffades mycket multnade rester af fem skeletter, hvilkas inbördes läge ej kunde bestämmas, då de döde här liksom i alla grafvar, som här nedan komma att beskrifvas, ej varit nedgräfda, utan helt enkelt insatta eller inlagda i grafhuset. Man

kan ej heller bestämma, hvilka föremål höra till det eller det skelettet. Liksom i alla följande grafvar äro kranierna mer eller mindre omformade med konst.

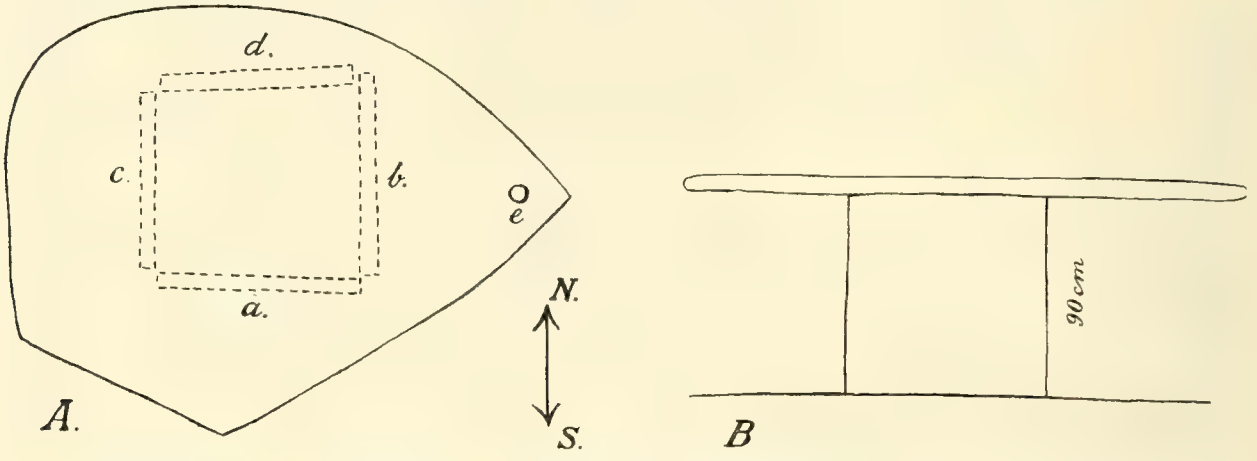


Fig. 1. Plan af graf 1. Pelechucodalen. A. Sedd uppifrån. B. Sedd från sidan. Täckstenens längd 2 m. 50 cm. Täckstenens bredd 1 m. 90 cm. a. = 90 cm., b. = 90 cm., c. = 80 cm., d. = 85 cm., e. = hål i täckstenen.

I denna graf träffades följande föremål:

06. 1. 316. Fig. 2. Nål, topo[1], af kopparlegering. Nålens hufvud har form af tvenne llamahufvud. Med topos menas de nålar, som indiankvinnorna använda att fästa ihop schalen öfver bröstet. Sådana använda quichua och aymara fortfarande och till största delen af egen tillverkning.

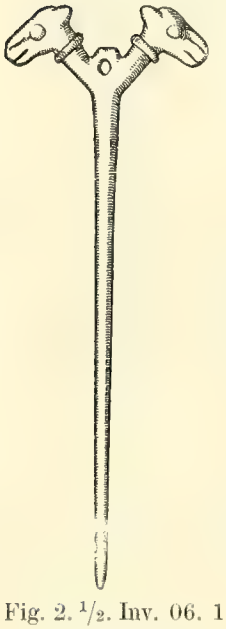


Fig. 2. 1/2. Inv. 06. 1. 316. Topo. Graf 1. Pelechuco.

Afstånd mellan nosspetsarne = 5,2 cm.
Nålens längd = 15 cm.

06. 1. 317. Fig. 3. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet kan möjligen föreställa en blomknopp eller frukt. Det innehåller en liten sten, så att nålen har äfven tjänat som skallra.

Nålens längd = 17,5 cm.
Bredd öfver knoppen = 3,8 cm.

06. 1. 318. Tafl. 2 fig. 15. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en plan skifva med ett nästan centralt hål.

Nålens längd = 13,5 cm. (afbruten).
Hufvudets bredd = 6,2 cm.

06. 1. 319. Nål, topo, af kopparlegering och af samma typ som föregående, men med trekantig, något nött skifva med ett något snedt sittande hål.

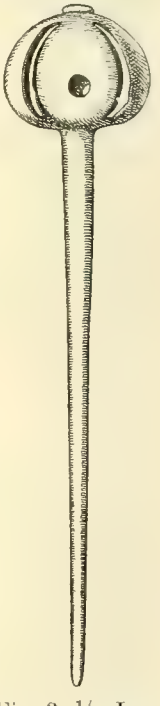


Fig. 3. 1/2. Inv. 06. 1. 317. Topo. Graf 1. Pelechuco.

06. 1. 320. Skål af bränd lera. På insidan har den ett något utplånadt, svart rutmönster. Skålens genomskärning 16,7 cm.

06. 1. 321. Fig. 4. Dubbelkruka af rödbrunt lergods med spiral-

[1] Uttalas, efter hvad jag hört, topo och ej topu, såsom man ofta ser detta ord skrifvet.

ornament målade i svart. De felande bitarna funnos ej i grafhuset, hvarför man måste antaga, att krukan inlagts söndrig därstädes.

06. 1. 322. Tafl. 3 fig. 2 och fig. 3. Liten aflång stenmortel af kvartsit[1] jämte mortelstöt af obestämd bergart. Denna är den enda mortel, som här träffats i en graf tillsammans med en mortelstöt. I flera grafvar finner man blott mortlar i andra blott mortelstötar.

Mortelns längd = 8 cm.
» bredd = 5 cm.
Mortelstötens längd = 8,8 cm.

06. 1. 323. En liten genomborrad träkula. Användningen af denna obekant.

06. 1. 324. Sten, som vid rifning gifver gul färg.

06. 1. 325. Ett par bitar af en större kruka utan ornament. Denna har ej kommit hel i grafven, ty då skulle ej blott ett par skärfvor hafva där påträffats.

06. 1. 326. Rester af en af gräs flätad korg.

Fig. 4. 1/2. Inv. 06. 1. 321. Graf 1. Pelechuco.

06. 1. 327. Rester af korg.

06. 1. 328. Liten flat sten af lerskiffer, som troligen använts att rifva läkemedel, färg e. d. på.

06. 1. 329. Botten af en träbägare.

06. 1. 330. Rund sten. Slungsten?

06. 1. 331. Segment af en benpipa. Den har möjligen hört till följande.

06. 1. 332. Genomborradt trärör.

06. 1. 333. Ben af llama.

06. 1. 334. Liten lerkruka utan ornament.

Höjd = 7,4 cm.
Bredd = 5,4 cm.

Graf 2. Pelechuco.

Liksom föregående är denna graf belägen till höger om bäcken. Den är byggd af fem stora skifferflak. Af hvad jag kunde se, var den ej utgräfd. Den var likväl tom, hvarför det är möjligt, att den aldrig varit använd. Täckstenen, som är 1,65×1,65 m., har tre runda hål, hvaraf tvenne utanför grafkammaren.

Graf 3. Pelechuco. Tafl. 1 fig. 7.

Denna graf, som äfven är belägen till höger om Pelechucobäcken, är af samma typ som grafvarne 1 och 2, men täckt med fem skifferflak, hvarjämte ytterväggarne voro klädda med en nu delvis borttagen mur af smärre stenar. Grafhuset innehöll

[1] Bergarterna äro bestämda dels mikro- dels makroskopiskt af kand. G. Aminoff.

två mycket förmultnade skelett. Det äldre skelettet har tydligen redan varit rubbadt och förstördt, när det yngre ditsattes. Föremålen lågo under det äldre skelettet. I detta grafhus träffades skeletten alldeles nedbäddade i jorden, men har antagligen myllan öfver dem samlats där, sedan skeletten multnat ned. Grafkammarens inre mått äro 1,10×1,15 m.

I denna graf träffades följande föremål:

06. 1. 335. Fig. 5. $\frac{1}{1}$. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af tvenne ifrån hvarandra riktade llamahufvud.

Nålens längd = 9 cm.

Bredd mellan nosspetsarne = 3,65 cm.

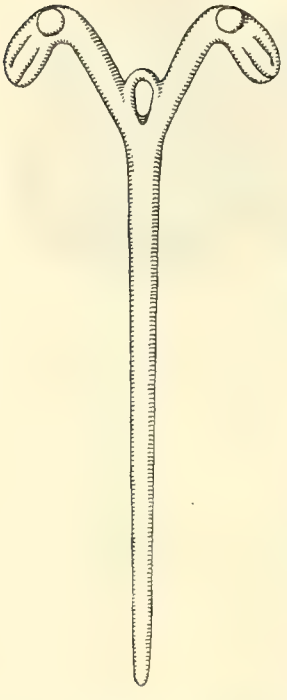


Fig. 5. $\frac{1}{1}$. Inv. 06. 1. 335. Topo. Graf 3. Pelechuco.

06. 1. 336. Krukskärfvor från två lerkärl. Dessa lerkärl hafva tydligen ej lagts in hela i grafven, utan har man (jämför sid. 41) blott lagt in *stycken* af lerkärlen i densamma.

Graf 4. Pelechuco. Tafl. 1 fig. 8.

Graf 4 är belägen ofvanför de flesta grafhusen till vänster om bäcken. Den innehöll rester af 7 à 8 ytligt liggande skelett och intet grafgods. En graf som denna kan vara alldeles modern.

06. 1. 337. Ben af häst, som funnos ytligt i denna grotta.

Graf 5. Pelechuco.

Detta är en grotta under en stor sten, belägen nära föregående. Ingången har varit förbyggd med smärre stenar. I grottan träffades rester af tre ytligt liggande skeletter jämte följande föremål:

06. 1. 338. Stenmortel *utan* mortelstöt. Morteln var sönder i två bitar, när den anträffades. Sedan dessa bitar fogats tillsammans, är den ej fullständig. Sannolikt hafva dessa bitar så införts i grafven, då den starka stenmorteln ej där kunnat gå sönder af sig själf. Kanske har morteln sönderslagits, *dödats*, vid själfva begrafningen. Den har ungefär samma form som *06. 1. 86*, som är afbildad fig 37 b. Urgröpningen på den här i grafven funna morteln är proportionsvis mindre. Den är af diabas.

Höjd af sidan = 4,7 cm.

Mortelns genomskärning = 6,6 cm.

Urgröpningens » = 4,5 cm.

06. 1. 339. Sönderslagen, ofullständig stenmortel. Till formen har den varit af ungefär samma form som föregående. Den är för ofullständig för att mätas.

06. 1. 340. Helt liten kruka utan ornament.

Höjd = 5,2 cm.

Bredd = 4,2 cm.

Graf 6. Pelechuco.

Denna är liksom 4 och 5 en grotta under en stor sten. Den är belägen nära föregående. Grottans ingång har varit förbyggd med en stor stenmur. I denna graf träffades rester af elfva, ytligt liggande skeletter men intet grafgods. I muren utanför grottan fann jag däremot talrika krukskärfvor (*06. 1. 341*), af hvilka ett par med rutornament, målade i svart.

Graf 7. Pelechuco.

Liksom föregående är denna graf en grotta under en stor sten. Den är belägen nära graf 6. Den innehöll rester af två ytligt liggande skeletter, men intet grafgods. Skärfvor af en kruka (*06. 1. 342*) träffades i muren utanför grottan. Fig 6. $^1/_2$.

Graf 8 och graf 9. Pelechuco.

Här äro meddelade fotografier af ytterligare tvenne förut utgräfda grafhus. Se tafl. 1 fig. 2 och textfigur 7. Utom dessa finnas talrika andra, sedan länge tillbaka utgräfda grafhus i Pelechucodalen.

Fig 6. $^1/_2$. Krukskärfva. Graf 7. Pelechuco.

Fig 7. Graf 8. Pelechuco.

Quearadalen, 3460 m. ö. h.

I denna dal finnes en mängd grafvar, af hvilka i synnerhet grottgrafvarne äro vanliga. De flesta träffas nedanför den i dalen belägna estancian i början af buskskogen. Alla träffas under högsta odlingsgränsen. De, jag gräft ut, äro från bägge sidorna af bäcken. De bästa grafhusen i denna dal äro, efter hvad som uppgifvits mig, utgräfda af herr och fru BANDELIER.

Graf 1. Quearadalen.

Graf 1, som ligger på en höjd till höger om vägen från Pelechuco till Queara, är byggd af sex stora skifferflak, utvändigt klädda med en mur. Stenarne

äro råare tillhuggna än dem, som använts till dylika grafhus i Pelechucodalen. Ehuru troligen ej förut undersökt, innehöll den blott rester af tre ytligt liggande skeletter, men inga artefakter.

Graf 2. Quearadalen.

Graf 2 träffades till höger om vägen på en höjd ett par km. nedanför estancian. Grafhuset var delvis förstört (utan tak), men ej utgräfdt. I olikhet med de grafhus, jag beskrifvit från Pelechucodalen, består detta af en fyrkantig mur försedd med en öppning, som varit stängd med en skifferplatta. Denna graf har tydligen varit af samma typ som graf 9 i Quiacadalen, af hvilken här är meddelad en fotografi, tafl. 1 fig. 1. I denna graf träffades rester af tio mycket förmultnade, ytligt liggande skeletter, jämte följande föremål:

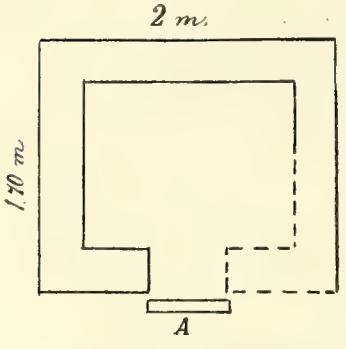


Fig. 8. Plan af graf 2. Queara.

06. 1. 344. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en flat, rund skifva med centralt hål. Denna är af ungefär samma typ som följande, som är här afbildad, men hufvudet är skarpare afsatt mot skaftet.

Nålens längd = 10 cm.
Hufvudets bredd = 2,1 cm.

06. 1. 345. Tafl. 2 fig. 14. Nål, topo, af kopparlegering af ungefär samma typ som föregående, men med skifvan mera päronformig.

Nålens längd = 9 cm.
Hufvudets bredd = 2,5 cm.

06. 1. 346. Nål, topo, af kopparlegering af ungefär samma typ som följande, som är här afbildad, men utan någon urgröpning i skifvans öfre kant.

Nålens längd = 10,2 cm.

06. 1. 347. Tafl. 2 fig. 19. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva med centralt hål och en liten urgröpning i skifvans öfre kant.

Nålens längd = 8,1 cm.

06. 1. 348. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som 06. 1. 416 fig. 22. Den här funna är särdeles klumpigt gjord.

Nålens längd = 9,3 cm.
Afstånd mellan knopparne = 2,1 cm.

06. 1. 349. Fig. 9. 1/2. Sönderbruten nål, topo, af kopparlegering. Liksom föregående är den klumpigt gjord. Möjligen föreställa hufvudena llamas. Metallen i denna topo har jag låtit analysera. Analysen gaf följande resultat.

Koppar	69,22 %
Tenn	6,21 %
Antimon	2,67 %
Vismut	1,46 %

Silfver } i obestämbar mängd.
Guld }
Kiselsyra (spår).
Resten kolsyra, resp. hydratvatten och syre.

Baessler (*4*) har visat, att tennet icke ingår i bestämda proportioner i de »brons»-saker, man finner inom det andinska kulturområdet. Jag använder därför här det mera vidt omfattande uttrycket kopparlegering i stället för brons, lämnande åt kommande forskare, som hafva tillfälle och råd att analysera ett stort antal metallföremål, att närmare utreda frågan om metallblandningarne. Mot Baessler kan man anmärka, att hans analyser äro väl få. [1]

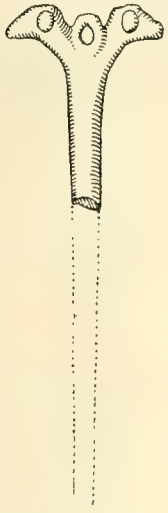


Fig. 9. 1/1. 06. 1. 349. Topo. Graf 2. Queara.

06. 1. 350. Mortelstöt af skiffer? Till denna träffades ingen mortel i grafven. Den är af samma typ som *06. 1. 322*, hvilken är afbildad, tafl. 3 fig. 3.

Mortelstötens längd = 7,9 cm.

06. 1. 351. Perla af sten.

06. 1. 352. Skärfvor af större skål af bränd lera. Den är ofullständig och saknar ornament.

Graf 3. Quearadalen.

Graf 3 träffades till höger om vägen, ej långt från föregående. Den är af samma typ som graf 2. Den var, när jag anträffade den, utgräfd. I densamma fanns instucken i grafhusets vägg en nål, topo, af silfver (*06. 1. 353*). Hufvudet har formen af en ganska stor, mycket skadad, rund skifva med centralt hål.

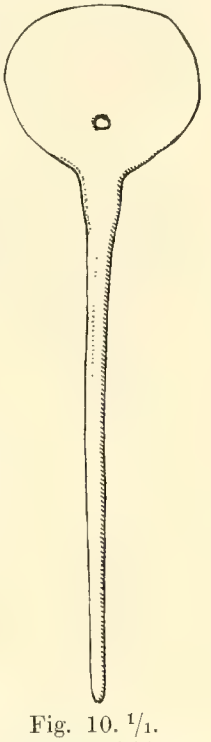


Fig. 10. 1/1. 06. 1. 355. Topo. Graf 4. Queara.

Graf 4. Quearadalen.

Denna graf träffades till höger om vägen, som för från Queara till Mojos ej långt från grafvarne 2 och 3. Den är af samma typ som grafvarne 4, 5, 6 och 7 i Pelechucodalen, d. v. s. en grotta bildad af en öfverskjutande stor sten. Ingången har varit förbyggd med en mur. I grafven träffades rester af nio ytligt liggande skelett jämte följande föremål:

06. 1. 354. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund skifva med centralt hål. Den är illa medfaren. Till formen liknar den närmast *06. 1. 318*, hvilken är här afbildad, tafl. 2 fig. 15.

Nålens längd = 11,8 cm.
Hufvudets bredd = 3,9 cm.

06. 1. 355. Fig. 10. 1/1. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund skifva med centralt hål.

Nålens längd = 9,3 cm.
Hufvudets bredd = 2,6 cm.

[1] När jag skref detta, kände jag ej till Mortillets uppsats, Le Bronze dans l'Amérique du Sud. Premier Congrès Préhistorique de France. Session de Périgeux 1905. Le Mans 1906.

06. 1. 356. Fig. 11. $^1/_1$. Nål, topo?, af kopparlegering. Den liknar en vanlig stoppnål, fastän den är trubbigare. Vanligt är, att quichua- och aymaraindianskorna numera använda vanliga europeiska stoppnålar som topos. Trubbiga nålar, liknande *06. 1. 356*, behöfva ej hafva stuckit sönder schalarne, då man af de fragment af väfnader, man finner i grafvarne (se längre fram), kan se att dessa i allmänhet varit mycket groft och glest väfda.

Nålens längd = 7,9 cm.

06. 1. 357. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 416*, fig. 22. Denna skiljer sig dock från *06. 1. 416* däruti att den är fyrbladig och ej trebladig och därigenom, att ringen nedanför knopparne fattas. Knopparne äro också mera aflånga, såsom *06. 1. 366:s* knoppar. I hålet finnas rester af ett snöre.

Nålens längd = 10 cm.

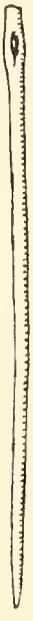


Fig. 11. $^1/_1$. 06. 1. 356. Nål, topo? Graf 4. Quearа.

06. 1. 358. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 416*, fig. 22. Från denna skiljer den sig däruti, att den är fyrbladig. I hålet synas rester af ett snöre. Jämföra vi denna märkliga topotyp med *06. 1. 348*, så se vi, att den träffas såväl i grottor som i grafhus.

Nålens längd = 9,5 cm.

06. 1. 359. Perla af sten. Bergart?

Grafvarne 5, 6 och 7 lämnade intet utbyte, hvarför jag förbigår dem här.

Graf 8. Quearadalen.

Graf 8 är en grotta under en stor sten, nära graf 4. I den fann jag sexton skeletter jämte följande föremål:

06. 1. 360. Tafl. 2 fig. 6. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, stor, flat skifva med snedt sittande hål.

Nålens längd = 13,6 cm.

06. 1. 361. Fig. 12. $^1/_1$. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet föreställer möjligen ett människohufvud, som bär något på hjässan.

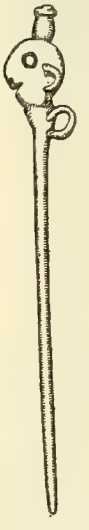


Fig. 12. $^1/_2$. 06. 1. 361. Topo. Graf 8. Queara.

Nålens längd = 13,1 cm.

06. 1. 362. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva, till formen närmast liknande *06. 1. 318*, som är här afbildad, tafl. 2 fig. 15.

Nålens längd = 9,1 cm.
Hufvudets bredd = 3 cm.

06. 1. 363. Skärfvor af en à två större krukor, af hvilka en varit försedd med ett öra. De äro ej fullständiga. En skärfva visar tydliga spår af sotning. De äro ej målade. Ett par skärfvor äro försedda med oregelbundna repor, hvilka äro ett slags ornament.

06. 1. 364. Nål af trä, s. k. »chonta», till formen liknande *06. 1. 356*, fig. 11, men med mindre öga.

Nålens längd = 9,2 cm.

Grafvarne 9 och 10 lämnade intet utbyte, hvarför jag förbigår dem här.

Graf 11. Quearadalen.

Liksom graf 8 är denna en grotta under en stor sten. I denna graf träffades rester af tio ytligt liggande skeletter och ett par mycket grofva krukskärfvor (*06. 1. 365*). Dessa äro af ett mycket stort kärl, af hvilket sålunda blott ett par mindre bitar införts i grafven.

Graf 12. Quearadalen.

Liksom föregående är denna graf en grotta under en stor sten. Ingången har varit förbyggd med en mur. I grafven träffades rester af åtta ytligt liggande skeletter. Ett kranium är trepaneradt. Jag fann där följande föremål:

06. 1. 366. Fig. 13. $^2/_3$. Nål, topo, af kopparlegering. Den är af samma typ som *06. 1. 416* (fig. 22) fastän denna här har tre knoppar, som äro fyrbladiga. I öglan sitter ännu kvar rester af ett snöre.

Nålens längd = 13,6 cm.

06. 1. 367. Tafl. 3 fig. 13. En liten ask af trä. Den har troligen användts att ha färg eller läkemedel eller något dylikt i.

06. 1. 368. Skärfva af större kruka. Den har ett ornament bestående af en upphöjd rand med en rad urgröpningar. Något fullständigt lerkärl har aldrig införts i grafven, utan har denna skärfva troligen inkastats i densamma vid dödandet af grafgodset. (Jämför sid. 41.)

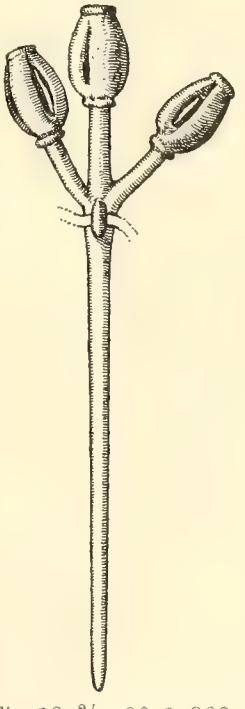


Fig. 13. $^2/_3$. 06. 1. 366. Topo. Graf 12. Queara.

Graf 13. Quearadalen.

Graf 13 är byggd i två rum af sten med tak af skifferflak och dito golf af samma material. Den innehöll sju skeletter i det större och ett i det mindre rummet men intet grafgods. Golfvet i större rummet är 8×8 dm., i det mindre 5,2×3,8 dm. Denna graf är belägen till vänster om Quearabäcken.

Graf 14. Quearadalen.

Denna är en jättegraf under öfverskjutande klippblock ej långt från estancian på vänstra sidan om Quearabäcken. Genom en otydlighet i mina anteckningar, kan jag tyvärr ej exakt angifva antalet skeletter i denna graf. De voro dock inemot 200. De hafva ej varit begrafda utan uppstaplade massvis, troligen i bylten, som sedan multnat ned. Jämte alla dessa skeletter hittades mycket få artefakter. Ett af de i denna graf funna kranierna är trepaneradt. I denna graf fann jag följande föremål:

06. 1. 369. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva med centralt hål. Ehuru större liknar den till formen närmast *06. 1. 318*, som är afbildad tafl. 2 fig. 15.

Nålens längd = 19,3 cm.
Hufvudets bredd = 6,1 cm.

06. 1. 370. Fig. 14. 1/1. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en trekantig skifva, som kan hafva tjänat som knif. Den har centralt hål.

Nålens längd = 9,5 cm.
Hufvudets bredd = 2,7 cm.

06. 1. 371. Tafl. 2 fig. 4. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva med centralt hål.

Nålens längd = 18.6 cm.
Hufvudets bredd = 8,2 cm.

06. 1. 372. Nål, topo, af kopparlegering med nästan trekantigt hufvud och nästan centralt hål.

Nålens längd = 8,4 cm.
Hufvudets bredd = 3,5 cm.

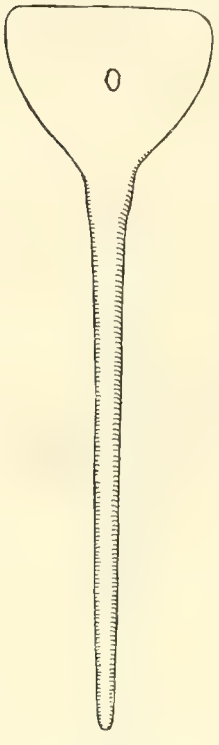


Fig. 14. 1/1. 06. 1. 370. Topo, nål. Graf 14. Quearadalen.

06. 1. 373—06. 1. 375 och

06. 1. 377, 06. 1. 381. Skärfvor af flera ofullständiga lerkärl.

06. 1. 376. Fig. 15. 1/2. Liten kruka med figurer i svart, troligen föreställande dansande människor.

06. 1. 378. Fig. 16. 1/2. Stycke af trasigt, temligen stort lerkärl med rutornament.

Fig. 15. 1/2. 06. 1. 377. Graf 14. Queara. *a* = öra, som sitter på baksidan af krukan.

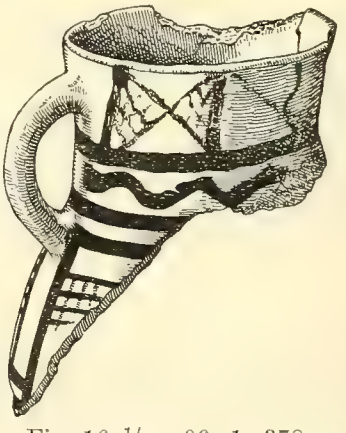


Fig. 16. 1/2. 06. 1. 378. Graf 14. Queara.

06. 1. 379—06. 1. 380. Krukskärfvor med rut- och triangelmönster.
06. 1. 382. Slungsten?
06. 1. 383. Liten kruka af trä.

06. 1. 384. Perla af malakit.

06. 1. 385. Fragment af kalebass.

06. 1. 386. Träfigur utan hufvud (ofullständig). Den är af samma typ som *06. 1. 390*, men med uppåtböjda armar.

06. 1. 387. Kranium af Cavia sp.

06. 1. 388. Fragment af groft tyg.

Graf 15. Quearadalen.

Detta är en grotta, som är af samma slag som föregående och, som är belägen i närheten af denna. Jag har ej personligen varit närvarande vid utgräfningen. Den innehöll rester af c:a 50 ytligt liggande skeletter jämte mycket få föremål. Det är tydligt, att mycket få af de i denna graf och i den föregående bisatta alls haft med sig något grafgods, åtminstone ej något, som ej förmultnat.

06. 1. 389. Väfnål af ben af Auchenia sp. Liknande använda fortfarande quichua- och aymaraindianerna.

06. 1. 390. Tafl. 3 fig. 11. Liten mänsklig träfigur.

06. 1. 391. Rester af ett obestämbart träföremål.

06. 1. 392. Skelett af räf.

06. 1. 393. Fig. 17. Krukskärfva med rutmönster.

06. 1. 394. Rester af liten kruka utan ornament.

06. 1. 395. Fragment af tyg af llamahår. Tyget är brunt med blå och röd bård.

06. 1. 396. Stycke grå jord.

06. 1. 397. Diverse stycken af ofullständiga lerkärl.

06. 1. 398. Fig. 18. Krukskärfva med rut- och triangelmönster.

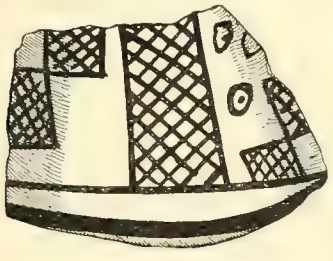


Fig. 17. 1/2. 06. 1. 393.
Graf 15. Queara.

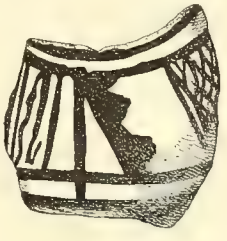


Fig. 18. 1/2. 06. 1. 398.
Graf 15. Queara.

06. 1. 399. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet är en rund, flat skifva med centralt hål. Till formen liknar den närmast *06. 1. 318.* Tafl. 2 fig. 15.

Graf 16 lämnade intet utbyte och förbigås här.

Graf 17. Quearadalen.

Detta är en liten grotta ej långt från föregående. Den innehöll rester af tre ytligt liggande skeletter och en bägare.

06. 1. 400. Fig. 19. Bägare med ett ormliknande ornament i svart och gult. Den var i flera stycken och ofullständig. I närheten af graf 17 fann jag i en grotta, där ej spår af skelett kunde upptäckas, den skål *06. 1. 401*, som är afbildad fig. 20. Ornamentet, som är nästan utplånadt, har varit i svart och gulhvitt.

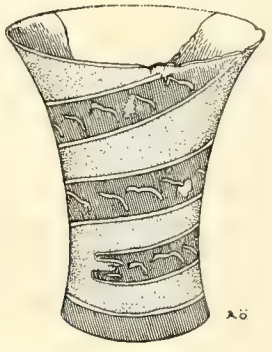


Fig. 19. 1/4. 06. 1. 400.
Graf 17. Queara.
Ornamentet är tecknadt skematiskt.
I verkligheten är det ej så tydligt.

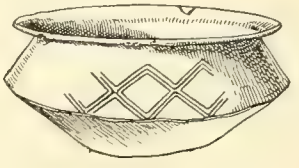


Fig. 20. 1/4. 06. 1. 401.
Funnen nära graf 17.
Queara.

Graf 18. Quearadalen.

Detta är en grotta under en stor sten, som varit förbyggd med en mur. I grottan funnos rester af fem ytligt liggande skeletter. I muren utanför grottan träffades en ofullständig skål af mycket groft lergods utan ornament (*06. 1. 402*).

Graf 19. Quearadalen.

Grotta under stor sten. I denna, som var utgräfd, träffades en krukskärfva (*06. 1. 530*), som tydligen varit formad öfver en korg. Man ser nämligen i hela botten i den brända leran intryck af korgflätning.

Llanalomas.

Ungefär tio kilometer från Mojos vid Llanalomas finnes på en åsliknande höjd flera små ruiner, som jag antager att åtminstone delvis hafva varit grafhus, fastän man nu på grund af det fuktiga klimatet ej finner spår af skeletter. Llanalomas ligger på gränsen till det egentliga urskogsområdet och ungefär på samma höjd öfver hafvet som Mojos (1617 m.). Hur fort skeletten multna inuti urskogstrakterna framgår af följande. Ett skelett af ett några år gammalt barn, som varit begrafvet för sex år sedan, gräfde jag upp vid Mojos, men fann blott ytterst fragmentariska rester. I konstruktionerna vid Llanalomas voro några söndervittrade krukskärfvor det enda, som jag fann. Llanalomas ligger midt emot Capamitas, där (se nedan) topos af för grafvarne i fjälldalarne karaktäristiska typer blifvit funna. Konstruktionerna vid Llanalomas äro jämte dem vid Capamitas de enda i sitt slag i Mojostrakten. De äro funna af en indian, som där sökte kinabarkträd. De äro mycket nedfallna. De äro dels runda, dels fyrkantiga (se fig. 21), de runda bestå af en i jorden gräfd kammare,

i jordytan täckt med skiffertak, de fyrkantiga synas, fastän sämre byggda, hafva haft ungefär samma konstruktion som graf 9, Quiaca, (afbildad tafl. 1 fig. 1). Alla dessa har jag fotograferat, men fotografierna blefvo stulna ifrån mig i Bolivia. Kanske komma de ännu att publiceras i någon »revista científica».

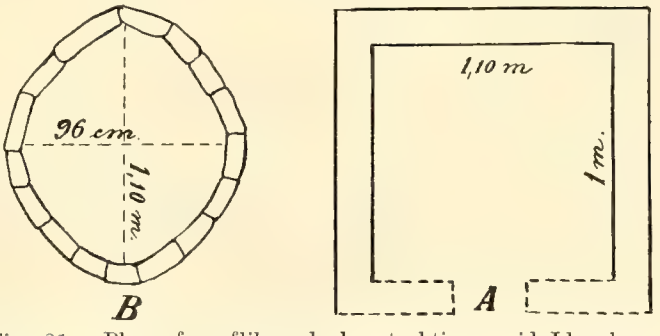


Fig. 21. Plan af grafliknande konstruktioner vid Llanalomas.

Capamitas.

Capamitas ligger ungefär tio km. från Mojos, där Rio Caripuna förenar sig med Rio Queara. Den grottgraf, som jag här nedan skall beskrifva, i hvilken en del skelettrester och föremål anträffades, ligger på en höjd helt nära Rio Caripuna. Öfriga grafvar ligga på en åsliknande höjd ofvanför denna.

Graf 1. Capamitas.

Denna är en ganska otillgängligt liggande grotta, bildad af en öfverskjutande klippa. En del af grottan var afbalkad genom en låg stenmur. Innanför denna träffades sparsamma rester af skeletter af två äldre och utanför densamma skelettdelar af ett barn. Innanför muren träffades alla föremålen, utom *06. 1. 403* och något af *06. 1. 413.*

06. 1. 403. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 370* (fig. 14), men med mindre skifva.

Nålens längd = 11,1 cm.
Hufvudets bredd = 2,4 cm.

06. 1. 404. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 416* (fig. 22). Knopparne på den i denna graf funna nålen äro fyrbladiga och längre.

Nålens längd = 10,6 cm.
Afstånd mellan hufvudena = 2 cm.

06. 1. 405. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 416.* Den här funna är likväl betydligt större och fyrbladig. Den är söndervittrad och kan därför ej mätas.

06. 1. 406. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 356* (fig. 11), men utan öga. Den är sönderbruten och kan ej mätas.

06. 1. 407. Ett frö af Phaseolus sp.

06. 1. 408. Ett fyrkantigt lock af en kalebass.

06. 1. 409. Ett stycke tjockt läder, resten af en fotbeklädnad, s. k. »polco». Dylika användas fortfarande af quichua- och aymara-indianerna. Man kan ej bestämma, af hvad slags skinn lädret är beredt.

06. 1. 410. Fragment af ett kohorn.

06. 1. 411. Majskolfvar.

06. 1. 412. Bomull.

06. 1. 413. Välluktande harts. Dylik brännes af quichua vid deras religiösa (kristna) ceremonier.

06. 1. 414. Perla af lapis lazuli.

Öfriga grafvar vid Capamitas lämnade intet utbyte. De hafva varit konstruerade ungefär som graf 1 vid Pelechuco, men af många mindre skifferflak jämte andra stenar. De äro alla mer eller mindre nedfallna.

Saquidalen.

I denna dal lära ungefär tio km. nedanför kyrkan väl bibehållna grafhus finnas, men dem har jag ej haft tillfälle att besöka. Jättetopon tafl. 2 fig. 3 (se sid. 49) lär vara funnen i ett af dessa grafhus. En grafgrotta har jag här gräft ut, men ej funnit några artefakter, utan blott skeletter. Från en annan grafgrotta, som jag ej själf undersökt, har jag erhållit topon *06. 1. 415* (tafl. 2 fig. 5). Den är af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva med snedt sittande hål.

Nålens längd = 21,5 cm.
Hufvudets bredd = 10,5 cm.

Sinadalen.

I Sinadalen har jag ej själf haft tillfälle till några grafundersökningar. Ett par grafvar har jag likväl låtit gräfva.

Fig. 22. 1/2.
06. 1. 416.
Topo.
Graf 1. Sina.

Graf 1. Sinadalen.

Denna är en med en mur förbyggd grotta under en bergvägg c:a 5 km. från Sinabyn till vänster om vägen, som för till Poto. Grottan innehöll skeletter af en fullväxt person och ett barn. I denna graf träffades följande föremål:

06. 1. 416. Fig. 22. 1/2. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet är prydt med tvenne trebladiga knoppar, som antagligen föreställa blommor eller frukter.

Nålens längd = 8,3 cm.
Afstånd mellan knopparne = 2,4 cm.

Graf 2. Sinadalen.

Graf 2 är en grotta af samma slag som föregående och i närheten af denna. Den innehöll rester af sex skeletter af fullväxta jämte följande föremål:

06. 1. 417. En skål. Den är ofullständig och i stycken med ett ornament i hvitt och svart.

Quiacadalen.

I Quiacadalen, tafl. 4 fig. 1, träffas ett ovanligt stort antal graftyper. Nedanför byn Quiaca och till vänster om bäcken ligga, af de här beskrifna grafvarne, graf 3 till och med graf 10. Grafvarna 1 och 2 ligga ofvanför byn till vänster om bäcken och grafvarna 11—13 till höger om den första bäck, man passerar, när man går från Quiaca åt Picotani till. Alla grafvar träffas äfven här ofvan skogsgränsen och under odlingsgränsen. Liksom i de flesta dalarne här är jorden på bergsluttningarne väl tillvaratagen genom byggande af odlingsterrasser (se tafl. 4 fig. 1). Dylika byggas ej numera, utan lära de alla vara betydligt gamla. I Quiacadalen, som är mycket vidsträckt, träffas, utom de här nämnda grafvarne, ett mycket stort antal utgräfda grafvar och troligen äfven åtskilliga outgräfda. Grafvarne träffas i allmänhet gruppvis tillsammans. Sålunda ligga de egendomliga grafvarne 3—8 i en grupp, som synes till höger om vägen, när man rider från Quiacabyn nedåt dalen. Graf 13 tillhör också en stor grupp af grafhus, som jag tyvärr ej fått tillfälle att närmare undersöka, då de upptäcktes kort före uppbrottet från denna trakt. De synas, när man från Quiaca rider den vanliga vägen till högslätten.

Graf 1. Quiaca.

Denna graf träffades i en grotta under en öfverskjutande bergvägg (fig. 23), och har ursprungligen bestått af tre grafvar, a, b och c. Af dessa voro blott a och c något så när i behåll. I grafven 1 a träffades skeletter af öfver 30 fullväxta individ och äfven af flera späda barn. I 1 c funnos skelettrester af sex fullväxta. Alla skelettrester träffades ytligt. I graf 1 a bar ett kranium märken, af att ägaren blifvit dödad med ett vapen, som i skallen åstadkommit fyrkantiga hål. Fem kranier äro trepanerade. Taket till a har varit af skifferflak. Denna graf var plundrad och fann jag i grafkistan a en del helt moderna föremål. Enligt uppgift äro topos och äfven knifvar, »tumis», af kopparlegering funna i denna graf. Ett af dessa föremål, en nål, har jag fått köpa af en indian. Följande föremål hafva jämte nämnda nål här funnits af mig:

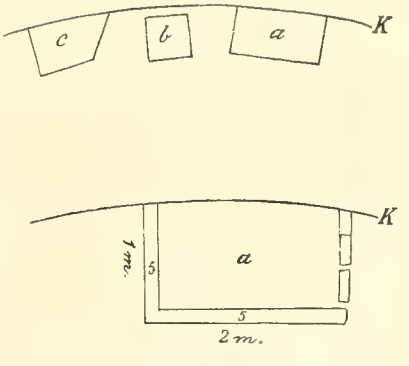


Fig. 23. Plan af graf 1. Quiaca. K = bergväggen.

06. 1. 418. Tygstycke innehållande välluktande harts.

06. 1. 419. Liten kruka af Pucara-tillverkning. Vid Pucara, en station vid

järnvägen Puno-Sicuani, tillverkas af quichua stora mängder af lerkärl med en karakteristisk glasyr. Dessa spridas sedan genom handel öfver stora delar af Peru och Bolivia.

06. 1. 420. Helt liten skål af Pucara-tillverkning.

06. 1. 421. Astragalus af Auchenia sp.

06. 1. 422. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva med centralt hål närmast liknande *06. 1. 371.* (Tafl. 2 fig. 4), fastän hufvudet på *06. 1. 422.* är betydligt mindre.

06. 1. 423. En glasflaska, på hvilken står inom X-liknande klammers på dålig tyska: »Die Keisserliche Privilegirt Altonatiche W. Kronessents.» Denna flaska är naturligtvis alldeles modern.

06. 1. 424. Ytterligare en modern glasflaska.

Dessa moderna föremål hafva antagligen införts i grafven i sammanhang med, att den plundrats af indianerna. (Jämför sid. 39.)

Graf 2. Quiacadalen.

Denna fullkomligt orörda graf ligger ej långt från föregående under en öfverskjutande bergvägg. Vi hafva här två grafvar tillsammans, 2 A och 2 B, hvilka kunna

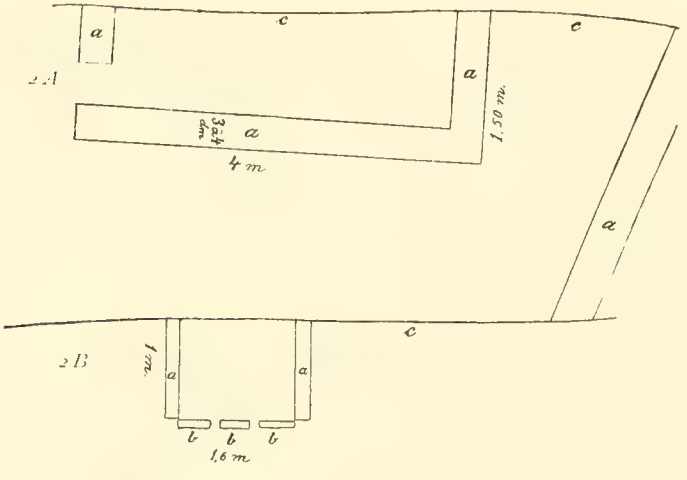


Fig. 24. Plan af graf 2. Quiaca.
a = murar
b = skifferflak
c = bergväggar.

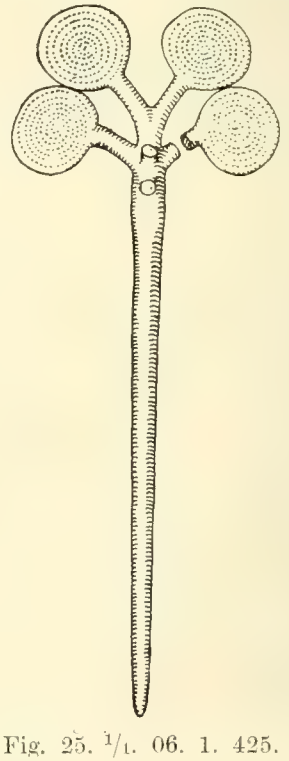


Fig. 25. 1/1. 06. 1. 425.
Topo. Graf 2. Quiaca.

vara från mycket olika tider och som jag här blott sammanfört, för att i denna afhandling hafva motsvarande nummerföljd på grafvarne som i museets inventar. I A träffades två skeletter af fullväxta och ett af ett barn; i B två skeletter af fullväxta. Väggarne, som äro murade med lera, äro af skiffer. Taket på A var instörtadt, när jag besökte platsen. Det har varit af stora skifferflak. Taket på B bestod af ett större och ett par mindre skifferflak samt af den öfverskjutande bergväggen.

I denna graf träffades följande föremål, alla i A:

06. 1. 425. Fig. 25. $^1/_1$, nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet af denna liknar närmast ett fyrdeladt blad. Det är mycket likt växtornament, som man ser på de nu här lefvande quichuaindianernas toppmössor.

06. 1. 426. Vittrad nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 416.* fig. 22. Den skiljer sig dock från denna genom de större knopparne och genom att dessa äro fyrbladiga.

06. 1. 427. Helt liten nål, topo, af kopparlegering af ungefär samma typ som *06. 1. 317.* fig. 3. Den är ofullständig.

06. 1. 428. Liten figur af hård jord.

06. 1. 429. Ben af hund.

Graf 3. Quiacadalen.

Graf 3 består af en massiv, rund stenpelare med öfverskjutande tak. Pelaren är murad. Under denna, som hvilar på ett stort skifferflak, är grafkammaren. I denna träffades några ytterligt multnade, fragmentariska människoben. Se för öfrigt fig. 26.

Graf 4. Quiacadalen.

Graf 4 är af samma typ som föregående, med den skillnaden att takets omkrets ej är större än pelarnes. I grafkammaren träffades rester af ett mycket multnadt skelett af en fullvuxen person. Se för öfrigt fig. 27.

Graf 5. Quiacadalen.

Graf 5 är af samma typ som graf 3. Den var utgräfd. I densamma träffades dock i grafkammaren fragmentariska skelettdelar af två hundar (*06. 1. 430*). jämte en sländtrissa af bränd lera (*06. 1. 431.*) samt fragment af människoben.

Graf 6. Quiacadalen.

Denna är af samma typ som graf 3. Grafkammaren var tom. Jag meddelar här en plan (fig. 28) och en fotografi (tafl. 1 fig. 4) af densamma.

Graf 7 och 8. Quiacadalen.

Af dessa se vi en fotografi på tafl. 1 fig. 5. Dessa äro af samma typ som föregående. Grafkamrarne voro tomma.

Graf 9. Quiacadalen. Tafl. 1 fig. 1.

Denna typ af grafhus är här vanlig i flera dalar. Jag har tyvärr ej funnit mer än tvenne outgräfda, nämligen graf 2 i Quearadalen och graf 13 i denna dal.

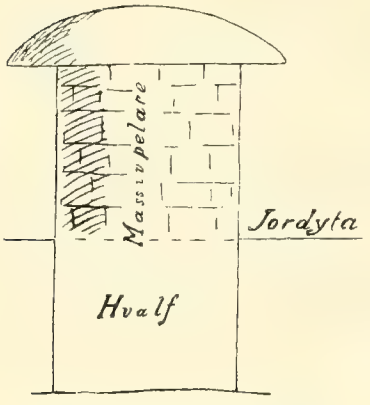


Fig. 26. Graf 3. Quiaca.
Takets omkrets = 4 m. 80 cm.
Pelarens » = 3 m. 80 cm.
Pelarens höjd öfver jordytan = 1 m. 50 cm.
Hvalfvets höjd = 1 m.

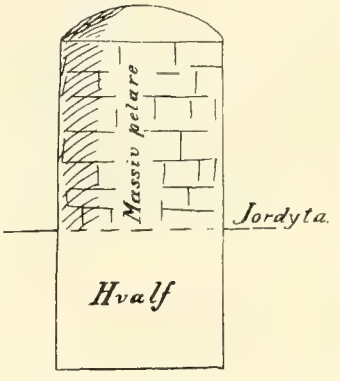


Fig. 27. Graf 4. Quiaca.
Pelarens omkrets = 3 m. 20 cm.

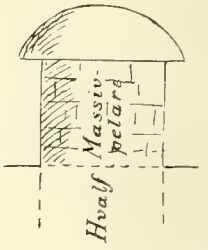


Fig. 28. Graf 6. Quiaca.
Äfven publicerad i fotografi tafl. 1 fig. 4.
Takets omkrets = 3 m. 50.
Pelarens » = 2 m. 50.
Pelarens höjd öfver jordytan = 1 m. 10.
Pelarens höjd öfver jordytan oberäknadt taket = 70 cm.
Hvalfvet delvis instörtadt.

Den senare var jag ej i tillfälle att själf gräfva ut. Från graf 9, som var plundrad, har jag erhållit tvenne bronsföremål (*06. 1. 432.* och *06. 1. 433.*), som en i närheten boende quichuaindian uppgaf sig hafva funnit där. Af de kranier, jag tillvaratagit från denna graf, äro två trepanerade.

06. 1. 432. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet består af en rund, flat skifva med icke fullt centralt hål.

Nålens längd = 10,65 cm.
Hufvudets bredd = 2,1 cm.

06. 1. 433. Slät fingerring af kopparlegering.
Ringens diameter = 17 à 18 mm.
Ringens höjd = 3 à 4 mm.

Graf 10. Quiacadalen. Tafl. 1 fig. 3.

Denna graf var redan utgräfd, när jag kom till platsen. Den är egendomlig däruti, att den består af ett större grafhus, sammanbyggdt med ett mindre. Det är ingen direkt förbindelse mellan dessa. Grafvarna 9 och 10 ligga på en höjd nära hvarandra. Ingångarne till dessa grafhus ligga vinkelrätt mot hvarandra, hvilket visar, att grafhusens dörrar inte alltid varit inriktade mot något bestämdt väderstreck.

Grafvarne 11 och 12. Quiacadalen. Tafl. 1 fig. 6.

Dessa grafvar har jag ej haft tillfälle att personligen gräfva ut. De äro af samma typ som graf 9 i denna dal, men ställda mot en bergvägg. Jag meddelar här en plan af grafhusen, fig. 29 a, jämte en teckning af dörren till det ena, fig. 29 b, utan att dock kunna angifva några mått. Taket är af skifferflak. Murarne äro rappade med lera. I den vänstra grafven träffades 6, i den högra 16 skeletter. I den vänstra grafven träffades följande föremål:

06. 1. 434. Stycke af kalebass med inbrändt triangelornament.

06. 1. 435. Mycket vittrad nål, topo, af kopparlegering med hufvudet i form af en rund, flat skifva, till formen närmast liknande *06. 1. 318*, hvilken är här afbildad tafl. 2 fig. 15.

06. 1. 434. Pärla af?

06. 1. 435. » »

06. 1. 436—06. 1. 443. Pärlor af sodalith.

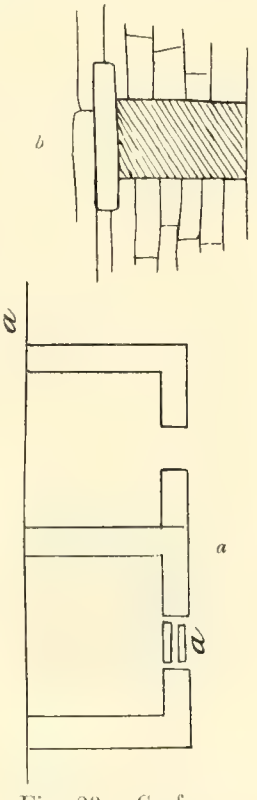


Fig. 29. Grafvarne 11 och 12 Quiacа.

Graf 13. Quiacadalen.

Detta är ett grafhus af samma typ som graf 9 vid Quiaca (tafl. I fig. 1). Den är utgräfd af mitt folk. Här träffades följande föremål:

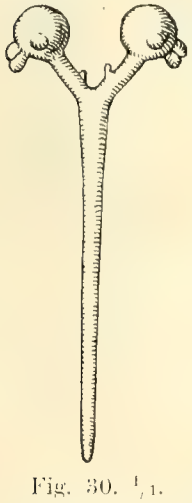


Fig. 30. 1/1. 06. 1. 444. Graf 13. Quiaca.

06. 1. 444. Fig. 30. 1/1. Nål, topo, af kopparlegering med två hufvud tydligen föreställande llamafoster.

Nålens längd = 6 cm.

Afstånd mellan nosspetsarne = 2,4 cm.

06. 1. 445. Stycken af topos.

06. 1. 446. Fig. 31. Hufvud af nål, topo, af kopparlegering.

Ollacheadalen. 2,725 m. ö. h. (efter Raimondi).

I Ollacheadalen finnas ungefär tio km. ofvanför byn några väl bibehållna grafhus af samma typ som graf 9 Quiaca. De äro dock utgräfda. Talrika andra grafvar finnas i samma dal. De träffas alla under odlingsgränsen och ofvan skogsgränsen. De äro af en helt annan typ. De flesta, jag gräft ut, träffas till höger om bäcken något ofvanför Ollacheabyn. Dessa grafvar äro ibland byggda på så otillgängliga klippor, att man måste bygga ställningar för att nå dem. Stundom äro de fyrkantiga, så att blott en sida bildas af bergväggen. Ibland är blott ett hörn af en grotta, bildad af en öfverskjutande klippa, förbyggdt, ibland hafva de bergväggen till tak, ibland ett tak byggdt af stora stenflak. Dessa graf-

Fig. 31. 1/1. 06. 1. 446. Graf 13. Quiaca.

var äro murade, stundom äfven rappade. Jämför taf. 4 fig. 2 och 3. På några synas spår efter, att de varit rödmålade. På bergväggarne i närheten af några af dessa grafvar finnas llamadjur och cirklar, målade i rödt. Det är samma röda färg som på rappningen på grafvarna. (Jämför sid. 54).

Graf 1. Ollacheadalen. Tafl. 4 fig. 2 a och fig. 3 a.

Denna graf består af en förbyggd, öfverskjutande del af bergväggen. Skelettet, som på fotografien synes i grafven, hör ej till denna graf, utan är nedflyttadt från en annan graf. Grafven var redan plundrad, då jag besökte platsen. Sökaren hade lämnat kvar följande föremål.

06. 1. 447. Tafl. 3 fig. 9. Kam af trä, lindad med snören af bomull.

06. 1. 448. Liten ask af samma typ som 06. 1. 367. (Tafl. 3 fig. 13). Denna här har fyra fack.

Askens längd = 5,2 cm.
bredd = 2,4 cm.
höjd = 3,1 cm.

06. 1. 449. Krukskärfvor.

06. 1. 450. Stycke af mörkbrun väfnad af llamahår.

06. 1. 451. Stycke af ljusbrun väfnad af vicuñahår.

06. 1. 452. Rester af läderremmar.

06. 1. 453. Rester af rep af flätadt gräs.

Graf 2. Ollacheadalen. Tafl. 4 fig. 2 b och 3 b.

Denna graf är byggd ganska otillgängligt ofvanför graf 1. Taket är af stenflak. I denna graf träffades fem skeletter. Ett kranium är trepaneradt. I grafven träffades en del rep och remmar, som tydligen användts att binda om likpaketen med. Jämför tafl. 5 fig. 1 och 2.

06. 1. 454. Rep, flätadt af llamahår.

06. 1. 455. Remmar af läder. Lädret är ej bestämbart.

06. 1. 456. Rep, flätadt af gräs.

Graf 3. Ollacheadalen. Tafl. 4 fig. 2 c och 3 c.

Graf belägen bredvid föregående. Fotografierna gifva oss ett godt begrepp om konstruktionen. Rappningen och rödfärgen äro väl i behåll. Här träffades tre skeletter och följande föremål.

06. 1. 457. Nål, topo, af kopparlegering. Hufvudet har formen af en rund, flat skifva med centralt hål. I detta sitter ett stycke af ett snöre af llamahår.

Nålens längd = 15,5 à 16 cm.
Hufvudets bredd = 2,4 cm.

06. 1. 458. Tafl. 3 fig. 10. Föremål af bränd lera. Användning?

06. 1. 459. Skinnbit, innehållande bitar af ett hvitt ämne.

06. 1. 460. Liten mortelstöt. Bergart? Till denna träffades ingen mortel i grafven.

06. 1. 461. Några små knyten af gräs innehållande frön och cocablad.

06. 1. 462. Diverse tygfragment.

06. 1. 463. Mycket fint, flätadt rep af hvitt (llama?)-hår.

06. 1. 464. Stycken af rep af llamahår.

06. 1. 465. Rep af gräs. Dessa rep hafva säkert användts att vira om likpaketen. Jämför tafl. 5 fig. 1 och 2.

Graf. 4. Ollacheadalen. Tafl. 4 fig. 3 d.

Graf som ligger så otillgängligt till, att det var nödvändigt att bygga en ställning för att nå den. Då jag lider af svindel, har jag ej personligen gräft ut densamma. Såsom synes af fotografien, är den byggd ganska självständigt, i det att blott en sida är stödd mot bergväggen. Den är fyrkantig. Skelettens antal i denna graf känner jag ej. Här träffades följande föremål:

06. 1. 466. Ett torkadt marsvin, Cavia sp.

06. 1. 467. Tafl. 3 fig. 4. Kam af trä.

06. 1. 468. Helt liten kruka.

06. 1. 469. Blad till hacka af trä. Skaftet fanns ej i grafven. Den var sålunda såsom mortlarne och mortelstötarne inlagd ofullständig i grafven.

06. 1. 470. Stor, trasig ofullständig kruka.

06. 1. 471. Fig. 32. Trasig, ofullständig bägare af bränt lergods.

06. 1. 472. Tafl. 3 fig. 12. Väfsked af ben af Auchenia.

Fig. 32. $\frac{1}{4}$. 06. 1. 471. Graf 4. Ollacheadalen.

Graf 5. Ollacheadalen. Tafl. 4 fig. 3 e.

Graf, som är af samma slag som föregående och belägen intill denna. I grafven träffades rester af fem skelett jämte följande föremål:

06. 1. 473. Flatbottnad, cirkelrund stenmortel utan mortelstöt.

Diameter = 4,6 cm.

Kantens höjd = 2,6 cm.

06. 1. 474. Stenmortel utan mortelstöt till formen närmast liknande den å fig. 37 a afbildade.

Diameter = 4,15 cm.

Kantens höjd = 3,1 cm.

06. 1. 475. Tafl. 3 fig. 5. Sländtrissa af bränd lera.

06. 1. 476. Tafl. 3 fig. 14. Helt liten kruka af bränd lera.

06. 1. 477. Genomborradt trärör.

06. 1. 478. En fjäder (stycke af fjäderprydnad?)

06. 1. 479. Repstump af gräs.

Graf. 6. Ollacheadalen.

Denna graf är af samma typ som föregående. Den var plundrad. Här fanns ett fullständigt, i hopviken ställning hoptorkadt barnlik med rester af de gräsrep, med hvilka likpaketet ombundits. Tillsammans med detta träffades följande föremål.

06. 1. 480. En träskål.

06. 1. 480 b. Tafl. 3 fig. 1. En groft tillyxad mänsklig figur af trä, kanske en docka, som hört till det i grafven bisatta barnet.

Graf 7. Här förbigången.

Graf 8. Ollacheadalen.

Denna graf är belägen ej långt från grafvarne 4 och 5 och af samma slag som dessa. Af samma skäl som jag ej kunnat personligen gräfva ut dessa, har jag ej heller kunnat klättra upp till denna ytterst otillgängligt byggda graf. Den innehöll tio skeletter, af hvilka tre ännu voro mycket väl bibehållna och ombundna med remmar och gräsrep. De träffades sittande. Ett af dessa skelett är afbildadt tafl. V fig. 1. Vi se där den karakteristiska hopvikna ställning, i hvilken de döda antagligen öfverallt här blifvit begrafda. I denna graf träffades följande föremål:

06. 1. 481. Fig. 33. Nål, topo, af kopparlegering. Den är af en typ (se fig.), som vi blott finna i Corani och Ollacheadalarna.

Nålens längd = 12,2 cm.

Hufvudets bredd = 1,1 cm.

06. 1. 482. Kam af trä, trasig.

06. 1. 483. Fragment af väska.

06. 1. 484. Tygfragment.

06. 1. 485. Tafl. 3 fig. 8. Skaft till hacka i miniatyr. Jämför fig. 36. Det fanns intet blad till hackan i grafven. På liknande sätt fanns i graf 4 i Ollacheadalen ett blad till en hacka, men intet skaft till densamma. I en graf vid Casabindo i Puna de Jujuy i Argentina har jag äfven i en graf funnit hackskaft utan blad.

06. 1. 486. Tafl. 3 fig. 7. Mycket groft tillyxad mänsklig figur af trä. Af ansiktets drag är blott munnen markerad.

06. 1. 487. Liten sten, på hvilken man malt något hvitt ämne.

06. 1. 488. Liten träsked hvars skaft är försedt med ett hål, så att den kan hängas (vid klädedräkten?).

06. 1. 489. — 06. 1. 490. Två lavemangsprutor. De bestå af ett rör och en vid denna fästad tunn blåsa af läder. Att jag kallat dessa föremål lavemangsprutor, beror på, att en mycket trovärdig quichuaindian uppgifvit för mig, att alldeles liknande alljämnt användas af quichua för samma ändamål.

Graf 9. Ollacheadalen.

Denna graf är belägen bredvid föregående och är af samma slag som denna. Skelettens antal känner jag ej, då jag ej själf gräft ut grafven. Här träffades följande föremål:

06. 1. 491. Tafl. 3 fig. 6. Liten träskål med ett handtag i form af ett snidadt människoansikte.

06. 1. 492. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 481*, som är afbildad fig. 33.

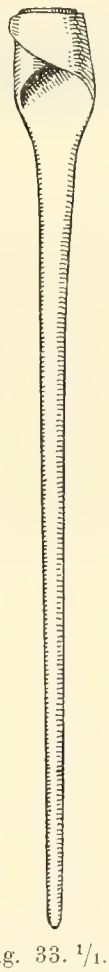


Fig. 33. 1/1. 06. 1. 481. Topo. Graf 8. Ollachea.

Graf 10. Ollacheadalen.

Graf af samma typ som föregående. Där träffades följande föremål:

06. 1. 493. Skal af en snäcka, Borus oblongus. Denna snäcka lefver ej så högt upp i Ollacheadalen, som där de undersökta grafvarne äro belägna, utan träffas först ganska långt nedåt dalen i varmare klimat.

06. 1. 494. — *06. 1. 495.* Stycken af skaft till hackor. Den ena är delvis *förbränd.* Inga blad till dessa träffades i grafven.

06. 1. 496. Fragment af väfsked?

06. 1. 497. Skärfvor af ofullständiga lerkärl.

06. 1. 498. Tygfragment af llamaull. Det är randigt i grönt och brunt.

Graf 11. Ollacheadalen.

Graf af samma typ som föregående. I den träffades följande föremål:

06. 1. 500. Snäcka. Borus oblongus. Jämför 06. 1. 493.

06. 1. 501. Fragment af en korg.

06. 1. 502. Liten trätallrik.

06. 1. 503. Trasig träskål.

06. 1. 504. Fragment af en kalebass.

06. 1. 505. Modern tygtrasa.

06. 1. 506. Modern kruka, innehållande majs för chichaberedning.

06. 1. 507. Skärfvor af flera ofullständiga lerkärl.

Från ytterligare ett par grafvar i Ollacheadalen har jag tillvaratagit artefakterna, men förbigår jag dem här, då de ej lämnade något vidare nytt af intresse i utbyte.

Chiadalen.

I denna dal finnas flera plundrade grafvar af samma typer som graf 9 vid Quiaca. Tafl. 1 fig. 1.

Coranidalen, 3,985 m. ö. h. (Efter Raimondi).

Denna dal är rik på grafvar, men voro indianerne högst obenägna att visa, hvar grafvarne funnos. De grafvar, jag undersökt, äro belägna nära byn och på samma sida om bäcken som denna. Grafvarna äro i naturliga, ej förbyggda grottor. På motsatta sidan af bäcken har jag sett en förstörd graf af den typ, af hvilken jag beskrifvit flera från Ollacheadalen.

Graf 1. Coranidalen.

Denna är en naturlig grotta, som har varit plundrad eller utgräfd, huru man nu vill kalla det. En s. k. mumie är förd därifrån till Arequipas i en gräslig oordning befintliga museum. Där har den väl »rengjorts» från sin intressanta gräskorg och färnissats. Från denna graf tillvaratog jag en dylik s. k. mumie (tafl. 5 fig. 2) med en likpaketsbindning, alldeles olika den i Ollacheadalen iakttagna. Därjämte träffades följande föremål:

06. 1. 516. En förgylld glaspärla, som jag fann djupt nere i grafven. Den är naturligtvis postcolumbisk.

06. 1. 517. Diverse delvis mycket groft väfda tygfragment.

06. 1. 518. En liten fläta människohår, ombunden med gräs. Denna härleder sig från de här nu lefvande quichuaindianernas offer. Den är närmare omtalad sid. 39.

06. 1. 519. Repstycken af llamahår.

06. 1. 520. Stycken af läderremmar.

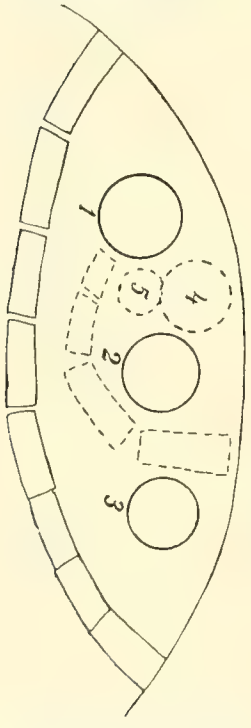


Fig. 34. Graf 2. Corani. 1, 2, 3, 4, 5 = skeletter.

Graf 2. Coranidalen.

Graf 2 är en grotta under öfverskjutande klippa. Den var fullkomligt orörd och innehöll tvenne lager af skeletter *sittande* öfver hvarandra. De understa, fig. 34, 4 och 5, som voro täckta af jord, hafva antagligen ej varit nedgräfda, utan har myllalagret öfver dem bildats sekundärt. De fem skeletten i grafven sågo åt öster. Alla sutto i hopviken ställning. Ombindningen af likpaketen var blott i behåll i öfre lagret, 2 och 3. Denna är af samma slag som i graf 1 Corani (tafl. 5 fig. 2). Alla aktefakter träffades i det öfre lagret. Så väl den yngre grafven som den äldre äro omgifna af en mur. Den undre grafven är prickad å grafplanen.

06. 1. 521. Nål, topo, af kopparlegering af samma typ som *06. 1. 481*, fig. 33.

Nålens längd ungefär 14,9 cm.

06. 1. 523. — *06. 1. 525.* Nålar, topos?, af trä liknande mycket grofva segeldukssynålar.

06. 1. 526. Skärfvor af ett ofullständigt lerkärl.
06. 1. 527. Tygfragment.

San Juan del oro.

Vid San Juan del oro finnas några sammanstörtade stenkonstruktioner, i hvilka jag blott funnit en liten kruka. De hafva troligen varit grafhus. Skeletten hafva fullständigt förmultnat på grund af det fuktiga klimatet.

Olika graftyper.

Som vi sett af beskrifningen af grafvarna, kunna vi här urskilja flera typer, hvilka dock ej alltid äro skarpt åtskilda.

Betrakta vi, tafl. 1 fig. 1, graf 9 Quiaca, så har den formen af ett fyrkantigt, fristående hus med dörr. Det är byggdt af smärre stenar och täckt af några större skifferflak, som dock äro borttagna på de flesta grafhusen. Ibland leder till dörren ett par trappsteg. Denna typ förekommer i Chia, Ollachea, Quiaca och Quearadalarne. Dessa grafhus äro typiska chulpas (chullpas), såsom de allmänt kallas i litteraturen. Här har jag likväl undvikit detta uttryck, då de i handböckerna vanligen afbildade och beskrifna »chulpas» äro de vid Sillustani nära staden Puno, beträffande hvilka Bandelier (*8*) har visat, att de icke varit grafhus utan troligen förrådsmagasin. Chulpas kallas af aymara- och quichua-indianerna, såsom Bandelier påpekat, äfven de som varit begrafda eller bisatta i grottor eller grafhus. Däraf hafva vi det bland indianerna vanliga uttrycket, »att chulpan (den dödes ande) går in i en person», så att han blir sjuk eller dör.

Grafhuset kan hafva en flygel med särskild ingång och utan förbindelse med det öfriga grafhuset (se tafl. 1 fig. 3). I Quiacadalen finnas några grafvar 2, 11 och 12 (se tafl. 1 fig. 6 och textfigur 24), där grafvarne tydligen äro af samma typ som de förut omnämnda husgrafvarne, men stödda mot bergväggen. Grafvarne tafl. 1 fig. 2, 9 och 7 (graf 1 etc. Pelechucodalen) äro också tydliga husgrafvar byggda af stora skifferflak, delvis klädda med en yttermur. Äfven de hafva en dörr, (se textf. 7), i det att täckstenen ej stöder sig på ett af skifferflaken. På grafven tafl. 1 fig. 2 är denna dörr borttagen. Ibland kan det hända, att man ej kan finna dörren, men då beror detta på, att det hela satt sig. Graf 13 Queara är en dylik graf med flygel.

Husgrafvarne ligga aldrig undangömda utan oftast så, att de kunna ses vida ifrån. De måste sålunda ha byggts och användts i fredstid och före spaniorernas inträngande, då det snart efter eröfringen blef förbjudet att begrafva annat än på kyrkogårdarne.

En hel mängd små grottor bildade af öfverskjutande stenar eller berghällar hafva äfven användts som grafkammare. Stundom hafva dessa varit förbyggda,

stundom ej, och hafva de döda placerats omkring grottans väggar. Grafvarne i Ollachea hafva ingen särskild ingång och hafva nog aldrig varit ämnade att imitera hyddorna. De äro, som vi veta af grafbeskrifningen, ofta byggda mycket otillgängligt.

En alldeles särskild typ af grafvar bilda pelargrafvarna 3—8 i Quiacadalen (Tafl. 1 fig. 4 och 5). De bestå af en massiv stenpelare öfver små grafkammare och hafva säkert ej varit husmodeller. Typen finnes ej annat än i Quiacadalen.

Tyvärr lämna de fynd, jag gjort i grafvarna, ingen ledning till att bedöma graftypernas relativa ålder. Det enda, de visa, är, att man finner samma saker i grottgrafvarne som i grafhusen, hvarför någon större tidsskillnad mellan deras användning ej funnits.

Grottorna hafva nog varit använda långt fram i tiden till att begrafva i, då de lämpa sig bäst för att begrafva i hemlighet efter det gamla bruket ofvan jord »där ej den tunga jorden kunde pressa den döde».

Hustyperna anser jag vara de ursprungligaste, om de också voro traktvis i bruk ännu vid spaniorernas eröfring af landet. Kombinationerna af dessa med grottorna äro byggda för bekvämlighets skull och Pelechucotypen (Tafl. 1 fig. 2) därför att, där finnes lätt tillgänglig, i stora flak brytbar skiffer. I hvilket förhållande pelargrafvarne stå till de öfriga här funna grafvarne, vet jag ej. De äro ej beskrifna från högslätten. Ollacheatypen är en mera nordvästlig, öster om Cuzco vanlig graftyp, som mycket väl har kunnat vara samtidig med grafhusen, fast den varit från quichua och ej från aymara (jfr sid. 37).

Att begrafva de döda i hyddan är ett i Sydamerika mycket utbredt bruk, som finnes hos araona, chiriguano m. fl. stammar. Koch (*15*) gifver en god sammanställning af detta bruks utbredning. Enligt Las Casas (*10*) bevarade *en del* Aymara sina döda sittande kring väggarne i hyddorna. Bandelier (*6*) har också genom sina undersökningar kommit till det resultatet, att talrika grafhus varit kombinerade graf- och boningshus (se denna afhandling sid. 39). Dylika har jag, såsom jag längre ned skall visa, ej funnit inom det område, som jag undersökt. Las Casas (*10*) liksom Cieza de Leon (*11*) (se sid. 40), talar äfven tydligen om hus, som blott användes till grafvar.

Om den ursprungliga seden här varit att, såsom hos så många andra sydamerikanska stammar, bevara de döda i eller under hyddorna, så är det ganska naturligt att, när de byggde särskilda boningar för de döda, de gåfvo dem husform. Man har sedan öfvergått till grottorna af bekvämlighetsskäl eller för att bättre kunna dölja grafvarne mot de kristna prästerna.

Gemensamt för alla grafvar här är, att de äro ofvanjordsgrafvar. De döda hafva varit insatta i grottorna eller grafkamrarne, men icke nedgräfda. Någon gång äro visserligen skeletten täckta af ett tunt lager af jord, men detta är aldrig mäktigare, än, att man kan se, att det bildats genom att kläder, kött o. s. v. multnat ned och genom den mylla, som uppstått af de råttexkrement, löf etc., som sekundärt kommit in i grottan eller grafkammaren. I Quiaca finnas dock grafvar, pelargrafvarne, där grafkammaren är under jordytan. I dessa grafkammare har liket

likväl ej varit nedgräfdt utan insatt. Liken hafva aldrig bränts. Alla skelett träffas, såvida de äro väl bibehållna (och det är sällsynt) i hopviken ställning. Där tillräckligt utrymme funnits, hafva de antagligen alltid suttit.

Äro husgrafvarne och andra här beskrifna grafvar från aymaraindianerna?

Numera talas inom det område, hvarifrån jag här beskrifvit åtskilliga grafvar blott quichua, men ej aymara. Språkgränsen är vid Cojata. I Pelechuco talas quichua, fastän vid marknader (»fiestas») o. d. denna by äfven besökes af aymaraindianer.

Att husgrafvarne omkring Lago Titicaca inom det nuvarande aymaraområdet, där de talrikast förekomma, äro från aymara, är väl bekant genom Cieza de Leon's (*11*) antagligen mycket tillförlitliga berättelse om collas (aymara). Huruvida alla de grafhus, som träffas utom det nuvarande aymaraområdet, äro från aymaraindianerna är däremot tvifvelaktigt. Middendorf (*19*) beskrifver husgrafvar till och med från trakter långt norr om Lima. Middendorf (*20*) har också sökt visa medelst ortnamnsstudier, att aymaraspråket förr haft en mycket betydande utbredning både i norr och söder om språkets nuvarande utbredningsområde. Huruvida Middendorfs (*20*) antagande äro riktiga, anser jag mig, såsom icke språkforskare, ej kompetent att bedöma. Att aymara (collas) vid tidpunkten för »la conquista» bott i norr åtminstone till nära La Raya, framgår tydligen af Cieza de Leon (*11*). Denne skrifver sålunda sid. 359, att Ayaviri var nordgränsen för collas. Ayaviri ligger ej långt från La Raya.

Nu går gränsen mellan aymara- och quichuaindianerna, utom som nämnts vid Cojata, genom staden Puno. Där går den, såsom det brukar berättas, öfver salutorget och ångbåtsbryggan, så att på ena sidan af torget sitta quichuakvinnorna och sälja och på den andra aymarakvinnorna. Till höger om bryggan, från staden räknadt, lägga aymara till med sina farkoster af totora och till venster quichua.

Enligt Cieza de Leon (*11*) skulle vid tidpunkten för la conquista dalarne på Andernas östsluttningar hafva varit bebodda af mitimaes, d. v. s. kolonister, som där odlade coca och majs, hvilka växter ej kunna odlas på högslätten. Troligen togos dessa mitimaes hufvudsakligen från närmaste område af högslätten och i så fall borde de dalar, som utgå från högslätten mellan La Raya och Lago Titicaca haft aymaramitimaes (aymarakolonister). Vi borde sålunda här vid tidpunkten för eröfringen haft aymaraindianer.

Möjligt är, att om jag haft fullständigare tillgång på litteraturen från eröfringstiden, jag kunnat finna bestämda uppgifter om, hvilket språk som talats i dalarne här före eröfringen. I Armentias missionshistoriska arbeten (*3*) omtalas blott de stammar, som bodde längre inåt urskogarne. Han nämner däremot ingenting om, huruvida de högre dalarnes befolkning voro aymara- eller quichuaindianer. Kanske har han i de honom tillgängliga manuskripten ej funnit några uppgifter därom.

Att husgrafskulturen i dalarne här hört nära ihop med, hvad man finner omkring Lago Titicaca, visar den stora öfverensstämmelsen mellan här af mig funna

topotyper och dylika, som man funnit i provinsen Omasuyos vid Lago Titicaca, af hvilka en obeskrifven samling förvaras i Museum für Völkerkunde i Berlin. Att de här funna topos i regeln äro från tiden före eller strax efter conquistan, är ganska säkert. Jag säger detta därför att, såsom jag nedan skall framhålla, många andra artefakter, man finner i grafhusen eller åtminstone i grafgrottorna, ej äro samtidiga med de där bisatta. Skulle inom det undersökta området befolkningen varit quichua och ej aymara, så är det åtminstone säkert, att deras begrafningssätt och äfven topotyper öfverensstämma mycket mer med, hvad man finner inom det nuvarande aymaraområdet, än med hvad man finner inom det egentliga quichuaområdet.

Det sannolikaste är sålunda, att husgrafvarne i fjälldalarne här härröra från aymaraindianer, som förträngts af quichua eller också kanske antagit deras så expansionskraftiga språk och kulturegendomligheter (t. ex. ornamentik). Äro husgrafvarne från aymara, så äro äfven de grottgrafvar, där man finner samma topotyper som i husgrafvarne, från aymara såsom t. ex. graf 1 Capamitas och graf 4 Quearadalen. De otillgängligt byggda grafvarne i Ollacheadalen höra däremot till Cuzcokulturen. I dessa sistnämnda grafvar finner man ej heller de karakteristiska topos, med växtliknande ornament. Enligt Squier (*28*) finnas inga husgrafvar omkring Cuzco, ty han säger, sid. 389, att sedan han passerat La Raya, såg han blott en dylik grupp graftorn.

Pelargrafvarne vid Quiaca hafva ej lämnat tillräckligt utbyte, för att man skulle kunna säga något om deras förhållande till öfriga grafvar. Typen är, som nämndt, ej heller beskrifven från högslätten.

I hvad mån äro de artefakter, man finner i grafvarne, samtidiga med de där bisatta?

Bandelier skrifver i sin så utmärkt intressanta och värdefulla uppsats »On the Relative Antiquity» etc. (*7*) sid. 224. »Not only was the ancient mode of burial extensively practiced until more than a hundred years after the first arrival of the Spaniards, but the cloth with which all the corpses (ancient and modern) were coverad, was *periodically renewed, as late as the middle of the seventeenth century.* The fact that food and drink also were replaced from time to time implies, that the vessels found along with the bodies *are no longer those originally buried with them.*» Detta intressanta resultat, som Bandelier kommit till genom studiet af gamla svårtillgängliga beskrifningar af indianernas seder och bruk från det första århundradet efter landets eröfring, gifver nog ett riktigt svar på den uppställda frågan. I de öppet liggande grafhusen i de fuktiga dalarne hafva likväl liken multnat ned så fort, att någon förnyelse af kläderna på de döde icke kunnat förekomma i samma utsträckning som i torrare trakter. Vi kunna därför antaga att åtminstone topos, som ju äro de viktigaste föremål, som träffas i grafvarne, och som höra till kläderna, här äro tämligen samtidiga med grafhusen och grafgrottornas användning för bisättning.

Talrika föremål, som man här finner i grafvarne, äro däremot alldeles moderna och införda i grafvarne långt efter, sedan de upphört att användas för bisättning. Flera sådana har jag omtalat i grafbeskrifningen, och vill jag i korthet erinra om dem här. Några har jag funnit i plundrade grafvar, som jag förbigått i grafbeskrifningen. I graf 1, a Quiaca (se sid. 25) fann jag alldeles moderna glasflaskor och små lerkärl af Pucara tillverkning. I en graf i Ollacheadalen har jag funnit en rulle bestående af en i ena ändan grönmålad majskolf, cocablad, litet excrement(?) af ett växtätande djur, en ulltapp, en pinne, en barkbit och ett kristet kors af grässtrån. Allt var omviradt med en garnända. Hvad för offer detta varit, vet jag ej, men var rullen tydligen ganska nyss inlagd i grafven.

I en delvis plundrad graf vid Corani, graf 1, fann jag, såsom jag nämnt i grafbeskrifningen, en liten fläta människohår, omvirad med grässtrån. Denna påstod man för mig i Corani vara ditlagd af någon illasinnad indian, som ville att chulpan, d. v. s. sjukdom och död, skulle gå in i den person, från hvilken håret var taget.

I en plundrad graf i Ollachea träffades en på ett dubbelkors[1] korsfäst groda. Denna är genomstucken med ett par alldeles moderna stoppnålar af europeisk tillverkning och därjämte fastbunden med en hel mängd tåtar. Vid grodans hufvud ligga några cocablad och öfver grodan en hel del hår (af llama?), fasthållna med en liten trasa, som bundits om grodan och håren.

I graf 1. Corani har jag funnit en *förgylld* glaspärla.

I graf 1. Capamitas fann jag ett stycke af ett kohorn. Flera exempel på dylika fynd finnes upptagna i grafbeskrifningen. En stor del af dessa moderna föremål, såsom glasflaskorna i graf 1 i Quiacadalen, har nog införts i samband med plundring af grafven.

Vi se sålunda, huru stora svårigheterna äro att få kännedom om, hvilka artefakter höra till dem, som bisatts i grafhusen och grafgrottorna, och huru de få artefakter, vi lyckats samla i grafvarne, kunna vara från högst olika tider. Till visshet om, hvilka föremål höra ihop med skeletten, kan man blott komma genom utgräfning af så många grafvar, att man kan eliminera de föremål, som införts sekundärt i grafvarne, sedan de användts för bisättning. Kanske har Bandelier material till detta? Passar man annars ej på, snart är det för sent. Det är, som nämndt, inte så lätt att numera finna, hvad som behöfves för en dylik undersökning, d. v. s. några hundra fullkomligt orörda grafhus. Kanske är det omöjligt!

Hafva grafhusen blott varit begrafningsplatser, hafva de äfven varit bebodda?

Squier (*28*) skrifver sid. 388. »I have assumed througthout that the chulpas were tombs. Of this cannot be the slightest doubt, albeit a number of travellers,

[1] Det dubbla korset motsvarar antagligen de två kors, som quichua vid korsets fest sätta upp i hyddorna, och af hvilka de påstodo att det ena, det större, var för männen och det andra, det mindre, för kvinnorna.

including the eminent von Tschudi, have supposed them to be dwelling-places, and ever parts of fortresses, of the ancient inhabitants, from the fact of finding in them traces of fire and broken pottery. But he also mentions having freqvently found shelter in theese towers for the night, as I have several times done . . .» Af de gamla författarne från eröfringstiden skiljer CIEZA DE LEON (*11*) sid. 364, tydligt på husgrafvarne och husen och säger ingenting om, att de förra varit bebodda, eller att liken bevarats i hyddorna. LAS CASAS (*10*) skrifver sid. 124. »De diversa manera se habian las gentes de la Sierra en hacer las sepolturas y en los entierros y cerimonias, porque en algunas provincias déllas hacian por sepolturas unas torres altas. Eran güecas en lo bajo déllas, obra de un estado en alto; lo demás todo era macizo, que, ó era lleno de tierra ó de piedra y canto labrado, y todas muy blanqueadas. En unas partes las hacian redondas y en otras cuadradas, muy altas y juntas unas con otras y en el campo. Algunas hacian en cerillos, media ó una legua del pueblo desviadas, que parecian otro pueblo muy poblado, y cada uno tenia la sepoltura de sa abolorio y linaje. Metian los cuerpos en unos cueros de ovejas, cerrados por de fuera, señalados los ojos y narices; vistenles sus ropas; tienen el rostro descubierto de la ropa, aunque cubierto con el pellejo de la oveja. Ponen los cuerpos asentados; las puertas de las sepolturas todas al Oriente; ciérranlas con piedra y barro por espacio de un año; ya que los cuerpos están secos, luego abren las puertas déllas; y en algunos lugares donde los vivos duermen y comen, ponen y tienen los cuerpos de sus difuntos.» Vi se af denna högst intressanta beskrifning af husgrafvarne på högslätten, att i de flesta fall grafvarne varit skilda från boningshusen, men att äfven någon gång de döda bevarades i själfva hyddorna.

Att grafhusen varit bebodda i mycket utsträckt grad, förfäktar BANDELIER (*6*), och är det troligt, att många stora grafhus byggda i två våningar på högslätten äfven varit bebodda.

Hvad beträffar grafhusen i det af mig undersökta området, är det säkert, att de i de flesta fall varit uteslutande grafvar. Fastän en indianfamilj för sitt nattläger kan nöja sig med mycket litet utrymme är dock en kvadratmeter eller mindre naturligtvis alldeles för litet. Många af de grafhus, i hvilka man finner krukskärfvor och ofullständiga föremål, som erinra om boplatsrester, äro icke större, såsom vi sett af grafbeskrifningen. Alldeles omöjligt är däremot ej, att något enstaka grafhus kunnat vara bebodt, åtminstone förr än det användes för bisättning. Sålunda finnes i Quearadalen ett par små hyddor, af hvilka jag mätt upp den ena. Dess golfyta är blott något öfver 3 kvadratmeter. Den står i förbindelse med en inhägnad »corral», men har nog snarare användts som vaktstuga af människor än som fålla för djuren. Denna hydda är rund och sålunda något bekvämare, än om den vore fyrkantig, med samma dimensioner. I hyddan fann jag blott några ben af hjort, kanske rester af någon jägares måltid. Den ansågs af indianerna mycket gammal. Den öfverensstämmer också med sitt skiffertak ganska mycket med grafhusen.

Till de äfven i mindre husgrafvar och grottor förekommande krukskärfvorna etc. måste vi söka en annan förklaring, än att de varit bebodda. Först vill jag dock

framhålla, att om man också i grafvarne finner krukskärfvor, sönderslagna rester af stensaker m. m., så finner man likväl aldrig i dem något verkligt kulturlager.

De nu lefvande quichua- och aymaraindianerna hafva nämligen följande bruk. I åtta dagar efter en persons död dricka de sörjande väldeliga. Aftonen till den nionde föras af den döde i lifvet använda verktyg, husgeråd, kläder etc. till en öppen plats och brännas jämte föda och brännvin. Fyra sådana offerplatser har jag sett, den första vid Ulloma (jämför förf. *23*) icke långt från Rio Desaguadero, den andra och tredje vid S:ta Cruz del valle ameño och vid Pelechuco i provinsen Caupolican i Bolivia och den fjärde vid Saqui i Peru. De tre sistnämnda voro från quichua-, den förstnämnda från aymaraindianer. Den vid Saqui hade antändts natten före jag såg den. På samtliga offerplatser fann jag rester af krukor, föda, glasflaskor, verktyg etc. Sålunda fann jag t. ex. på offerplatsen vid S:ta Cruz del valle ameño följande:

1) Krukskärfvor.
2) Rester af kalebass.
3) » » kläder.
4) En sko (kvinno-).
5) En fingerborg.
6) Glasbitar.
7) Rester af föda.

Att denna bränning af grafgods utan likbränning förekommit före spaniorernas eröfring af landet, framgår af Cieza de Leons (*11* s. 365) skildring af begrafningsceremonierna hos collas (aymara). Han säger, att till dessa hörde, att de brände 10 till 20 får (antagligen llamas). Vid Ulloma berättades det mig, att det är ett llamadjur, som bär offergodset till brännplatsen, och att äfven llaman offras på elden, sedan den slaktats. Las Casas (*10*) omtalar också ett liknande bruk från de »peruanska» indianerna, fastän han hänför det ej specielt till högslätttindianerna. Han säger sid 124: »Encima de las sepolturas edificaban ciertas paredes y casas sin cubierta del mismo tamano, y alli echaban la comida ordinaria y *quemaban*[1] ovejas y sebo y conejos y otras cosas». Enligt Ambrosetti[1] (*1*) finnes äfven fortfarande ett liknande bruk att bränna grafgods i calchaquidalarne i Argentina.

Om bränningen af grafgodset skett utanför grafven — i Pelechuco sker den nu utanför ingången till den kristna kyrkogården —, så är det inte omöjligt, att en del krukskärfvor, ben och dylikt från offerplatsen inkastades i grafhuset. Detta skulle förklara, att de flesta krukor, man finner i grafhusen och grottgrafvarna, *ej blott äro sönder*, »killed», utan äfven ofullständiga. Det skulle äfven förklara de ofullständiga stenmortlar m. m., man finnar i grafvarne. En del skärfvor hafva lämnats på offerplatsen, en del kastats in i grafven. På några krukskärfvor och träsaker (jämför grafbeskrifningen sid. 33) kan man också se spår af eld.

Ett viktigt argument för att grafhusen varit bebodda, har Bandelier framställt, nämligen att man inom stora områden blott finner grafhus, men inga rester af hyddor, fastän dessa ej kunnat byggas i fjällen af lätt förgängligt material utan blott af adob och sten. I fjälldalarne öster om Anderna finner man också få rester af

[1] Kurs. af förf.

hyddor, men är det möjligt, att hyddorna varit byggda af lätt förgängligt material, såsom trädgrenar o. d. Det är ej ens troligt, att adobkonstruktioner skulle hafva stått sig i hundratals år, om de uppförts i de fuktiga fjälldalarne. Om hyddorna där likväl uppförts af sten, hvilket är det sannolikaste, så hafva de nog en gång i ruiner ej liksom grafvarne respekterats vid nya husbyggen och vid de stenödande terrasseringsarbetena. Att grafvarne skyddades mer än vanliga hyddor är naturligt. De skyddas ännu af indianerna om inte för annat, så därför att de frukta de dödas hämnd. Om huru väl de vårdades vid eröfringstiden skrifver Las Casas (*10*) sid. 126. »Tenian en gran reverencia y usaban y guardaban exactísima religion con sus difuntos y sepolturas y entierros, y ninguna injuria se les podria cometer ni que màs sintiesen, que tocarles á sus difuntos y violalles sus sepolturas.»

Studiet af boplatser i de högre fjälldalarne har jag, som jag nu först inser, ägnat alldeles för liten uppmärksamhet. De fordra mycken tid och ett tålmodigt arbete, som icke är mycket gifvande. Utom hyddorna vid Queara har jag ej sett och undersökt några andra än en del äfven runda hyddor i Coranidalen, som möjligen äro samtidiga med grafhusen. Undersökningen af dessa hyddor gaf dock ett mycket ringa utbyte.

Som svar på den här framställda frågan, hafva grafhusen blott varit begrafningsplatser, hafva de äfven varit bebodda, får jag därför säga: Att grafhusen i det af mig undersökta området ej varit eller högst undantagsvis varit bebodda af andra än de döda. De rester af ofullständiga lerkärl etc., man finner i grafvarne, måste man betrakta som grafgods.

Hvad som gäller om grafhusen gäller i ännu högre grad om de små låga grottorna. Talrika boplatsfynd äro beskrifna i det följande kapitlet, men de äro funna af indianerna vid röjningsarbeten.

Lösa fynd gjorda af indianerna vid deras röjningsarbeten eller någon gång vid plundring af grafvarne.

Indianerna här betrakta ej stenyxor o. d. med fullkomlig likgiltighet, utan tyckas åtminstone några taga reda på, hvad de finna vid röjningsarbeten o. d. Såsom jag nämnt, plundra äfven några af dem grafvar. Hvart jag kommit, har jag därför spridt ut, att jag köper upp stenyxor o. d., och på så sätt har jag lyckats få ihop en hel del sten- och metallföremål m. m. De flesta af dessa äro olika dem, man finner i grafhusen och grafgrottorna, men likväl antagligen till stor del ungefär samtidiga med dem. I Pelechuco- och Quearadalarne fick jag ingenting af indianerna, antagligen därför att Bandelier redan köpt upp allting. I Puina-, Quiaca- och Ollacheadalarne hade indianerna däremot i nästan hvarje stuga något föremål af intresse, som de hittat och bevarat.

Indianerna skilde i allmänhet väl på arbetade stensaker och naturbildningar. De kalla sålunda aldrig stenyxorna för blixtstenar, utan anse de dem härleda sig från »las

chulpas», de indianer, som fordom bebott dessa trakter. Naturbildningar bjödo blott några mindra vetande ut åt mig. Jag skall här nedan lämna ett slags förteckning öfver de föremål, som jag köpt af indianerna.

Stenyxor (stenhackor).

Betrakta vi tafl. 5, så äro där de här förekommande stenyxetyperna afbildade. Vi se där, att variationen i yxtyperna ej är vidare stor. De äro alla mer eller mindre T-formiga. Någon yxa med gördel finnes ej. Någon bestämd fördelning af de olika typerna öfver området kan man ej iakttaga. Det är blott vid Buturo vid Rio Tuiche, som vi jämte en egendomlig keramik finna en karakteristisk lokaltyp (se sid 58 och tafl. 7 fig. 9). Den är utom vid Buturo blott funnen i ett exemplar vid Mojos.

Stenyxorna träffas här öfver ett mycket mera vidsträckt område än grafhusen. Nästan öfverallt, där jag här gått fram, har jag erhållit eller själf funnit dylika. Jag har dem sålunda från Llinquipata, San Fermin, San Carlos, Apolo, S:ta Cruz del valle ameño, Crucero, Pata, Mojos m. fl. ställen utom grafhusgränsen. De träffas, snart sagdt, hvar man röjer i urskogen liksom i fjällen, hvarför de måste finnas i oerhörda massor.

Då urskogsindianerna här ända till sista tiden användt stenyxor af liknande typ (jämför fig. 36), kunna många af dem, som träffas i urskogarne, vara alldeles moderna. Huruvida de stenyxor, som träffas inom grafhusgränsen, äro samtidiga med grafvarne, kan man ej veta. Det är ju möjligt, att de i regel äro äldre och att de, som byggde grafhusen, använde yxor af kopparlegering af samma T-form som stenyxorna.

Dessa T-formiga yxor äro mycket vanliga såväl af sten som af kopparlegering öfver stora delar af Anderna inom såväl calchaquiområdet, som aymara- och quichuaområdena. Då ett jämförelsevis litet antal stenyxor äro afbildade från Sydamerikas olika delar, är det, utan att genomgå de obeskrifna samlingarne i en mängd muséer, omöjligt att få reda på de olika yxtypernas geografiska utbredning. En sådan studie, grundad på ett stort material, skulle nog leda till många intressanta resultat. Sålunda skulle det antagligen tydligt visa sig, att de T-formiga stenyxorna i Argentina äro yngre än dem med gördel och komna dit med inflytandet från det centralandinska fjällområdet.

Med undantag af Buturotypen hafva stenyxorna här ej haft egg på sidorna utan blott i spetsen. De hafva stundom varit utsatta för stark nötning (tafl. 5 fig. 11) och tydligen flera gånger omslipade. Nötningen har varit starkast i ena hörnet af eggen. De måste därför, liksom Ambrosetti (*2*) anmärker om liknande yxor från calchaquiområdet, hafva varit skaftade som den fig. 36 afbildade stenyxan och ej som den fig. 35 afbildade järnhackan. Ambrosetti (*2*) antager, att det varit det mest nötta hörnet på yxbladet, som varit nedåt. Detta beror på, huru yxan användts. Har man huggit från sidan med den för att t. ex. fälla ett träd, då har det nedre hörnet möjligen

nötts mest, men har man däremot huggit uppifrån nedåt i jorden eller t. ex. urholkat en trädstam, då har det öfre hörnet varit utsatt för den största nötningen.

Tafl. 5 fig. 6 afbildar en vacker stenyxa (*06. 1. 37*) med utsvängd egg. Bredvid denna se vi på tafl. 5 fig. 5 (*06. 1. 165*) en yxa af kopparlegering. Stenyxan är från Sinadalen, metallyxan från den närliggande Quiacadalen. Öfriga stenyxor, som jag erhållit här, (se t. ex. tafl. 5 fig. 4) (*06. 1. 54*), hafva ej en dylik utsvängd egg, hvarför det är troligt, att yxan tafl. 5 fig. 6 fått denna form under inflytande af metalltekniken. De utsvängda, spetsiga hörnen skulle ej annars tillkommit, då de måste vara opraktiska, i det att de lätt gå sönder. Då kopparn väl här i dessa aflägsna dalar varit ganska svår att erhålla[1], så har nog stenredskapen varit i bruk länge samtidigt med dem af metall. Från början af den nordiska bronsåldern äro stenyxor, som på dylikt sätt efterapat metallyxor, vanliga.

Fig 35. 1/6. (05. 16. 274.)
Hacka med blad af järn.
Modern. Quichua.

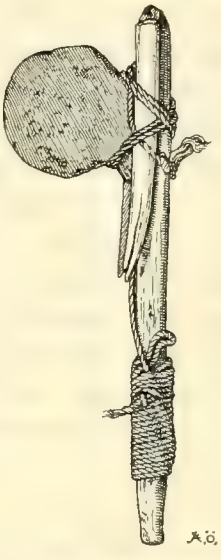


Fig. 36. 1/6. (05. 1. 406.)
Stenyxa. Modern.
Huachipairi.

Af de stenyxor, som jag här samlat, äro 69 af mer eller mindre vittrad diabas, 2 à 3 från Ollacheadalen af diabastuff och en från San Carlos af kvartsit. De öfriga 10 äro ej närmare bestämda, men de flesta af dessa äro troligen äfven af diabas. Som jag nämnt, har jag ej sett diabas anstående här i dalarne, men finnas talrika lösa stenar af denna bergart i flodbäddarne, ditförda från Andernas högsta delar. Dessa stenar, som vattnet format runda och aflånga, hafva naturligtvis bäst lämpat sig för att bearbeta till yxor.

Stenmortlar.

Fig. 37a och b har jag afbildat de typer af stenmortlar, man finner här. Stenmortlarne äro dels af diabas dels af kvartsit. Äfven en del mortelstötar har jag erhållit.

[1] Kopparmalmen vid Mojos och San Juan del oro har troligen icke brutits i förcolumbisk tid.

Dessa äro dels cylindriska dels koniska. De äro af kvartsit, diabas, nefelinsyenit och lerskiffer. De afbildade stenmortlarne äro här återgifna i naturlig storlek och kunna ej hafva använts till annat än vid malning af läkemedel, färger o. d. Stora mortlar för malning af majs o. d. träffas ej i fjälldalarne, ej heller några malstenar, liknande dem, som jag (sid. 57 fig. 47) här nedan beskrifvit från urskogarne vid Buturo. Inåt urskogarne i trakterna mellan Mojos och Apolo maler man säd på stora, hårda träskifvor. Dylika bevaras ej till eftervärlden. Vid Aten, som förr haft en talrik lecobefolkning, kan man se, hvarest hyddorna legat, då till hvarje sådan hört en stor stenskifva att mala på. På en höjd vid San Juan del oro ligger ej långt ifrån de problematiska grafhusen en stenmortel, som är 27 cm. i genomskärning. Af de små stenmortlarne har jag blott erhållit en utom grafhusgränsen. Den är från Mojos och sålunda blott några få kilometer från Llanalomas och Capamitas, där talrika grafhus träffas. Stenmortlar af typer, liknande de här återgifna, förekomma äfven i grafvarne.

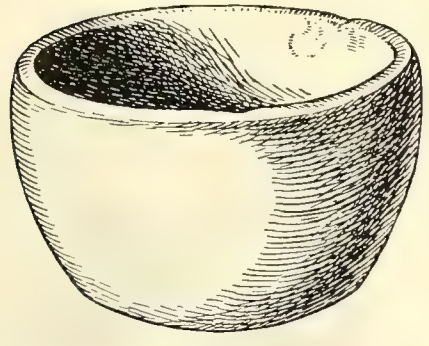


Fig. 37 a. $^1/_1$. (06. 1. 86). Stenmortel. Quiaca.

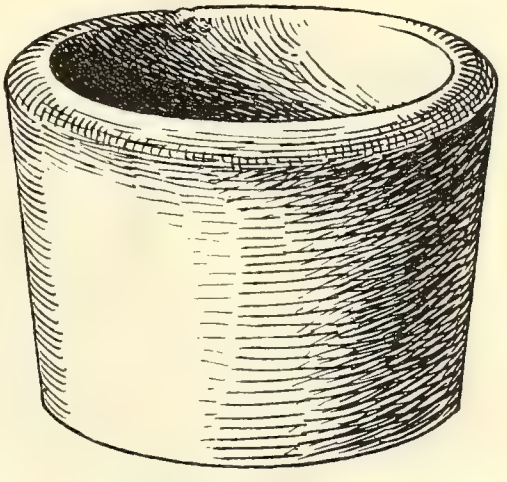


Fig. 37 b. $^1/_1$. (06. 1. 88). Stenmortel. Puina.

Slungstenar m. m.

Tafl. 4 fig. 4 (06. 1. 135), fig. 5 (06. 1. 107) och fig. 6 (06. 1. 143) afbilda en del stenföremål, af hvilka väl 4 och 5 varit slungstenar och 6 möjligen ett klubbhufvud att krossa jordkokor med.

Stenringar m. m.

Tvenne af de här funna stenringarne äro afbildade. Den ena (fig. 38, 06. 1. 144) är tandad, den andra (tafl. IV fig. 7, 06. 1. 146) är otandad. Dessa hafva antagligen varit klubbhufvud. Den senare är af porfyr. Den är från Ollacheadalen och, i öfre delen af denna dal finnes porfyr anstående. Ett klubbhufvud, »morgonstjärna», har väl den på fig. 39 afbildade åttatandade stenen varit; den är af diabas.

Pilspetsar.

Mycken uppmärksamhet har jag under min senaste resa ägnat åt att vid alla vattendrag söka rester af slagen sten. I Puna de Jujuy i Argentina har jag nämligen vid de året om vattenförande bäckarne funnit tusentals grofva pil- och lanspetsar samt affall från tillslagningar af sådana. På boplatserna på den bolivianskperuanska högslätten, finner man talrikt affall från tillslagning af fina pilspetsar af obsidian. Här i fjälldalarne på Andernas nordöstsluttningar har jag trots ifrigt sökande ej funnit en enda pilspets eller affall från tillslagningen af sådana. Ej heller hafva indianerna bjudit ut några dylika åt mig. Om indianerna här användt pil och båge, så ha nog pilspetsarne varit, såsom urskogsindianerna nu bruka, af hårdt trä eller bambu.

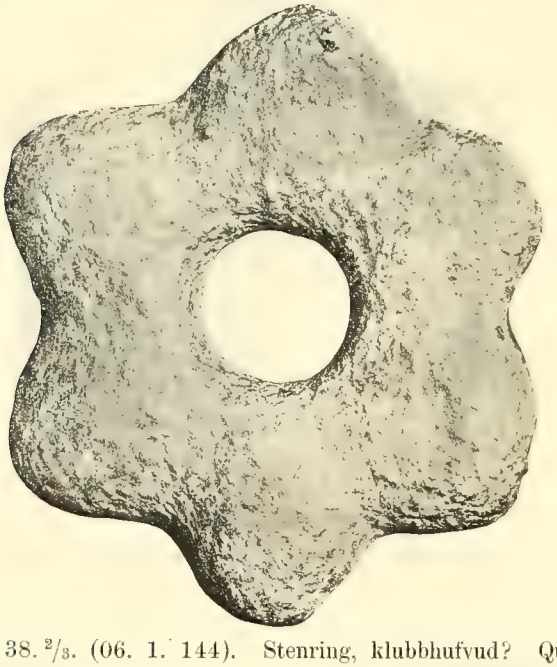


Fig. 38. $^2/_3$. (06. 1. 144). Stenring, klubbhufvud? Quiaca.

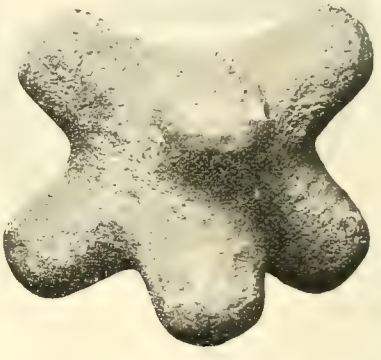


Fig. 39. $^2/_3$. (06. 1. 148). Morgonstjärna. Puna.

Yxor af kopparlegering.

Dylika äro ganska sällsynta här i fjälldalarna, antagligen därför, att då metallen haft värde, de ej som stenyxorna helt enkelt kastats bort, när de varit utnötta. Jag har fått två sådana yxor från Quiaca (tafl. 5 fig. 5), en från Pata och en från Chusecani (tafl. 5 fig. 3). En yxa ungefär af samma typ som den från Quiaca har PLANE (*25*) beskrifvit från Marcapatadalen. Rio Marcapata flyter till Rio Inambari. Som vi se, är en af dessa yxor funnen vid Pata. Denna plats ligger utom grafhusgränsen och beboddes vid tiden för spaniorernas inträngande i dessa trakter af indianstammar, hvilka ej hörde till fjällkulturen. (ARMENTIA [*3*]). Den plats, där PLANE (*25*) fann den ofvan omtalade yxan, ligger också utom fjällkulturens gräns mot urskogarne. Quiacatypen

har stor utbredning. Den beskrifves af AMBROSETTI (*2*) från calchaquiområdet och af BAESSLER (*4*) från Chuquitanta i Peru etc. Äfven Chusecanitypen har med några smärre variationer i formen denna vidsträckta utbredning.

Tabell.

Yxor af kopparlegering. (Tafl. 5 fig. 3 och 5.)

		Bredd öfver hufvudet	D:o öfver eggen	Längd
Inv. 06. 1. 165.	Quiaca.	10,1 cm.	6,7 cm.	10,8 cm.
» 06. 1. 166.	»	6,2 »	4,2 »	7,5 »
» 06. 1. 167.	Pata	10 »	6,1 »	6,4 »
» 06. 1. 168.	Chusecani.	7,2 »	10,8 »	10,1 »

Knif af kopparlegering.

Denna typ (06. 1. 169) som är afbildad på tafl. 2 fig. 21, är äfven beskrifven af AMBROSETTI (*2*) från calchaquiområdet.

Längd = 12,2 cm.
Bredd = 3,4 cm.

Mejsel af kopparlegering.

Denna (06. 1. 170) är afbildad på tafl. 2 fig. 20. Den är från Ollachea. Dylika mejslar hafva stor utbredning; sålunda äro de enligt AMBROSETTI (*2*) vanliga i Argentina inom hela calchaquiområdet. BAESSLER (*4*) beskrifver dylika från Pachacamac m. fl. ställen i Peru.

Längd = 14,5 cm.
Bredd i ena ändan = 2,4 cm.
i andra ändan = 0,6 cm.

»Tumis.»

Tafl. 2 fig. 16, 17, 18 (06. 1. 177, 06. 1. 180, 06. 1. 174). Detta slag af knifvar har en mycket stor utbredning. BAESSLER (*4*) beskrifver och afbildar dem sålunda från Chuquitanta, Chancay, närheten af Lima, Chimbote, Chepen, Piura, Viru och Trujillo. Några af dessa äro mycket fint arbetade med skaften prydda med djurhufvuden. AMBROSETTI (*2*) beskrifver och afbildar sådana från calchaquiområdet, där han erhållit dem vid S:ta Maria, Tolombón, Cachi, Molinos etc. De här, inom det af mig undersökta området, funna, äro alla helt enkla utan några som helst ornament. En af dessa tumis (06. 1. 176) har jag låtit analysera. Analysen gaf följande sammansättning:

Koppar = 91,98 %.
Vismut = 0,93 %.
Antimon = 3,54 %.
Tenn = 2,49 %.
Järn = 0,45 %.
Bly = 0,12 %.

Tabell öfver Tumis.

			Bredd öfver eggen.	Eggens höjd.	Längd.
Inv.	06. 1. 173.	Ollachea.	ca. 12,8 cm.	ca. 4,8 cm.	14,7 cm.
	06. 1. 174.	»	6 »	1,9 »	6,8
	06. 1. 175.	»	8,2 »	3 »	14,6
»	06. 1. 176.	»	5,9 »	2,5 »	11,4 »
»	06. 1. 180.	Quiaca.	7,5 »	1,9 »	10,3 »

Blad till jordhacka af kopparlegering. Tafl. 2 fig. 22.

Denna (06. 1. 171) är funnen vid Ollachea.
Längd = 14,8 cm.
Bredd = 4,4 cm.

Genom Ambrosetti (*2*) och Baessler (*4*) veta vi, huru dessa varit skaftade. Liknande, men med blad af järn användas fortfarande här af de quichuatalande indianerna (fig. 35). Dylika jordhackor af kopparlegering hafva stor utbredning. Ambrosetti (*2*) beskrifver dem från hela calchaquiområdet. Baessler (*4*) afbildar dem från Chuquitanta, från närheten af Lima och Chancay. Bredvid jordhackan har jag afbildat ett föremål, tafl. 2 fig. 23 (06. 1. 172), som möjligen är ett oslipadt blad till en hacka.

De redskap af kopparlegering, som jag erhållit här, hafva inga utpräglade lokaltyper, utan se vi, att de äro desamma som dem, som träffas åtminstone från norra Peru till Tucuman i Argentina.

Viktigt vore att få en mycket stor mängd redskap af kopparlegering analyserade. De analyser, som finnas gjorda, äro nämligen ganska få (jämför Baessler *4*).[1] Dessa analyser skulle antagligen upplysa om, i hvad mån likartade typer äro tillverkade i samma trakt, malmen tagen ur samma grufva och föremålen sedan spridda genom handel, eller om tillverkningsplatser funnits öfver hela det område, där man finner dessa typer. Att jag här publicerat så få analyser, har sin orsak i, att det är förenadt med ganska betydande kostnader att låta göra sådana.

För att de likartade redskapen af kopparlegering äro tillverkade på olika platser, talar den omständigheten att de finare nålar, topos, man finner, äro olika i olika trakter, så att tydligen tillverkningsplatserna för dessa varit flera. Sålunda hafva vi sett (sid. 38), att de topos, man finner inom det här beskrifna området äfven äro allmänna i den närbelägna provinsen Omasuyos i Bolivia, men ej anträffade inom de

[1] När jag skref detta, kände jag ej till Mortillets uppsats, Le Bronze etc. Premier congrès Préhistorique de France. Session de Périgueux, 1905. Le Mans 1906. Se äfven denna afhandling sid. 17.

delar af Peru, hvarifrån BAESSLER (*4*) har magnifika samlingar af dylika af andra typer. Gemensamma för hela det centralandinska kulturområdet äro blott ytterst enkla topos, med hufvudet bestående af en rund, flat skifva.

Schalnålar, topos, och andra prydnadsföremål af kopparlegering.

På tafl. 2 äro afbildade några typer af topos, som jag erhållit genom köp af indianerna (Fig. 1, 3, 5, 7, 11, 12, 13). De äro antagligen delvis från plundrade grafvar. Af dessa är den fig. 3 afbildade (06. 1, 181) märklig genom sin storlek. Den är 28,6 cm. lång. Hufvudet är 14,8 cm. bredt. Den har möjligen användts som spegel. Den fig. 7 afbildade nålen (06. 1. 184) har möjligen, utom att den fått tjäna som topo, använts som knif. Den är 11,6 cm. lång. Hufvudet är 5,2 cm. bredt. En sådan dubbelanvändning har ofta de moderna topos, i det att hufvudet ofta är formadt som en sked. Den fig. 11 afbildade topon (06. 1. 194) är naturligtvis från tiden efter eröfringen, då den föreställer häst och ryttare. Utom grafhusgränsen har jag blott fått en topo. Den träffades vid Mojos, sålunda nära Capamitas och Llanalomas, där man finner grafhus. Utom topos har jag af prydnadsföremål af kopparlegering blott erhållit den på tafl. 2 fig. 10 afbildade lilla mänskliga figuren (06. 1. 196) och den vackra bröstplattan, tafl. 2 fig. 2 (06. 1. 197). De äro bägge från Ollachea.

Lerkärl.

Liksom jag funnit mycket få lerkärl i grafvarne, så har jag också erhållit mycket få lerkärl, som uppgifves vara boplatsfynd. Deras ålder och härkomst är så oviss, att det ej lönar sig att omtala mer än följande.

06. 1. 200. Fig. 40. $^2/_3$. Detta är ett hufvud af en sönderslagen kruka funnen vid Pata utom grafhusgränsen, tillsammans med den från Pata sid. 46 omtalade yxan af kopparlegering.

06. 1. 213. Tafl. 4 fig. 8. Mycket stor urna funnen under en berghäll vid Pata.

Anmärkningsvärda äro också de sparsamma, grofva, oornamenterade krukskärfvor, som träffas någon gång vid röjningar i urskogarne vid Mojos och Pata.

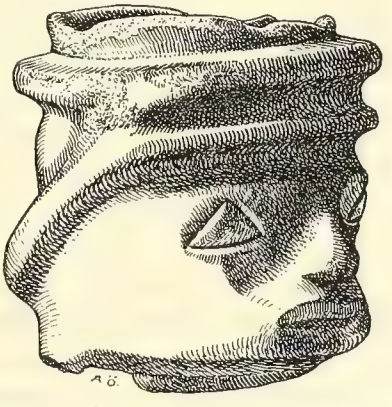


Fig. 40. $^2/_3$. 06. 1. 200. Stycke af lerkärl. Pata.

Hafsmussla.

I Puina erhöll jag af en indian en halfva af en hafsmussla (06. 1. 206).

Han påstod den vara funnen i ett förstördt grafhus, hvilken uppgift jag icke har anledning att betvifla. Än i dag säljas hafssnäckor på högslätten och på Andernas nordostsluttningar såsom leksaker af läkemedelsförsäljerskorna.

Jag skall nu öfvergå att beskrifva de hällristningar, stenskulpturer och bergsmålningar, jag iakttagit inom det undersökta området.

Hällristningar, stenskulpturer och bergsmålningar.

Hällristningar, stenskulpturer och bergsmålningar äro ganska sällsynta i fjälldalarne nordost om Anderna i den del af gränstrakterna mellan Peru och Bolivia, jag besökt. Inåt den del af urskogstrakterna, där jag gått fram, synas de ej alls finnas.

Från Rio Beni och Rio Madera längre mot öster äro hällristningar kända. De af Evans (*12*) vid Rio Beni upptäckta äro ännu ej publicerade. De från Rio Madera har Keller-Leuzinger (*14*) beskrifvit och afbildadt[1]. De äro högst märkliga geometriska, regelbundet(?) anordnade figurer, alldeles olika hvad jag här kommer att beskrifva. De hällristningar etc., jag funnit här i fjälldalarne på Andernas östsluttningar, höra däremot intimt ihop med dem, som äro kända från den andinska högslätten genom Forbes (*13*), von Tshudi (*29*) och andra.

Stenskulpturer.

Här nedan skall jag först redogöra för stenskulpturer d. v. s. djurfigurer utmejslade på större stenar *i relief*. De, jag funnit, äro alla anbragta på lösa stenar och anträffade i Sinadalen i Peru. De stenar, som äro försedda med djurbilder uthuggna i relief, äro också tydligen så huggna, att man ser, att de varit ämnade att användas som byggnadssten; kanske dock med undantag af stenarne 5 och 7. Mycket talrika äro väl huggna, rektangulära stenar, som ej äro prydda med djurbilder. Med all sannolikhet hafva dessa stenar tillhört någon större byggnad, som legat ofvanför kyrkan och som rifvits för att bygga denna senare och klockstapeln. I dessa byggnader äro nämligen talrika dylika väl huggna stenar inmurade och undandraga sig sålunda en närmare undersökning. De ligga där i utmärkt förvar tills den dag kommer, då kyrkan och klockstapeln komma att rifvas, för att stenarne skola närmare studeras. En del stenar ligga däremot kringströdda i byn, använda som trappsteg, broar, gatläggning m. m. Några af dessa äro som nämnt försedda med djurfigurer utmejslade i mer eller mindre hög relief. De äro de enda prof, man här finner, på utveckladt stenhuggeriarbete i någon af fjälldalarne nordost om Anderna.

Sten 1. Rektangelformig i ena ändan afslagen sten. På stenen är utmejslad tämligen låg relief en orm, som tydligen, såsom synes af det stora hufvudet, är en giftorm. Sannolikt är det en skallerorm, hvilket slag af ormar äro mycket vanliga

[1] Kanske äro de något förbättrade af tecknaren, hvilken i synnerhet i sina, tyvärr allt för mycket i handböcker reproducerade landskapsbilder, haft en sprudlande fantasi.

i öfvergångsområdet mellan urskogarne och fjällen d. v. s. i den formation i hvilken Sina är belägen. Stenen ligger på gården till prästens tillfälliga bostad.

Sten 2. Mycket stor sten, som bildar en trappa, som leder från planen framför kyrkan till prästbostället. Stenen är delvis täckt af jord. Den är prydd med en giftorm i hög relief. Densamma är mycket illa medfaren, då den ligger på en plats, där den ständigt blir trampad och nött.

Sten 3. Tafl. 6 fig. 2. Något ojämnt huggen sten. Den träffades på gården till prästbostället i Sina. Den är af mig förd till »la casa del gobernador». Stenen är prydd med tvenne giftormar i tämligen låg relief. På den öfre äro refbenen eller teckningen utmärkt genom fina tvärstreck, hvilket synes otydligt på fotografien.

Sten 4. Tafl. 6 fig. 3. Stycke af en större sten, prydd med bakdelen af en orm i hög relief. Stenen förvaras i »la casa del gobernador». Framdelen, som blifvit bortslagen för ej länge sedan, kunde ej påträffas. Den har antagligen användts vid något murningsarbete vid reparering af »la casa del gobernador». Indianerna påstodo, att det var en skallerorm och att de utskurna segmenten skulle beteckna skallrans ringar. Denna förklaring är troligen riktig.

Som vi se, äro uthuggna ormar på stenarne ganska vanliga. Ormen har ju också på stora delar af Anderna spelat en vigtig roll i ornamentiken.

Sten 5. Tafl. 6 fig. 1. Detta är den märkligaste af stenarne i Sinadalen. Det är en stor, ojämn stenplatta. Af indianerna beräknad vikt = »doce arrobas» (120 kilo). Den var upprest i muren utanför en indianhydda ofvanför kyrkan. Den är nu förd till »la casa del gobernador». Denna sten är prydd med en något skamfilad djurbild i tämligen hög relief, hvilken närmast liknar, af för andernas östsluttningar karakteristiska djur, en jaguar. Vi kunna tydligen se de karakteristiska kattdjurstassarne. Ansiktet ses rätt framifrån. Man kan där åtminstone på originalet urskilja öronen, ögonen och ett stycke af nosen med munnen.

Sten 6. Detta är en stor sten med ett stiliseradt jaguarhufvud. Stenen bildar bro öfver Sinabäcken. Hvarje mulåsna eller vandrare, som passerar fram där, gifver naturligtvis stenen en eller flera sparkar, hvarför jaguarhufvudet snart kommer att vara fullkomligt utplånadt.

Sten 7. Tafl. 6 fig. 4. Denna, som består af en stor, ojämn stenplatta, påträffades alldeles bredvid n:r 5, hvarest den blifvit kvarlämnad. Stenen är prydd med en fisk, sedd rätt uppifrån. Den är uthuggen i ganska låg relief. På grund af fiskens breda framdel antar jag, att den föreställer en siluroid. Sådana äro också allmänna här i alla större floder.

Jag har icke tagit hem något prof af de bergarter, i hvilka stenarne i Sinadalen äro uthuggna, men äro de antagligen af skiffer, hvilket ju är jämförelsevis lättarbetadt.

Min plan var att taga med mig hem till Sverige stenarne 2 och 5 och har jag till och med utbetalat penningar för att transportera dem öfver fjällpasset och högslätten till Lago Titicaca, hvarifrån de skulle föras med ångbåt till Puno. Indianerna vägrade dock föra dem, antagligen af samma orsak som de ej gärna gräfva ut

grafvar. De frukta, som nämnt, hämnden af de aflidne, hvilka kunna straffa dem med torka, d. v. s. dålig skörd, sjukdom etc. De voro ej alls angelägna om att visa mig, hvar stenarne voro, fastän jag utlofvade en bra belöning för hvarje ny sten. Med indianernas hjälp hade jag nog lyckats finna flera skulpterade stenar än dem, jag här omtalat. Pengarne hafva »guvernörerna» behållit till minne af mig.

Hällristningar.

I fjälldalarne öster om Anderna finnas inga hällristningar, såvida man ej räknar dit en grotta, som ligger högt uppe i fjällen i Coranidalen, långt ofvanför odlingsgränsen. Jag var icke i tillfälle att bestämma denna grottas höjd öfver hafvet, men är den säkert mer än 4,500 m., kanske 5,000 m. Å tafl. 6 fig. 5 se vi en bild af grottan, å tafl. 6 fig. 6 ett stycke af grottans vägg, d. v. s. den ljusa, tämligen lätt fotograferade delen. Vi se där *ingraverade* en mängd djurbilder. De högre upp sittande äro nedsotade, därigenom att man haft eld i grottan. De flesta af djurbilderna föreställa tydligen llamas, hvilket man kan se på den långa, karakteristiska halsen. Nedanför a är en figur, som närmast liknar en hund. Ofvanför b är en rund grop; sådana, c, d, e, vertikalt gående hål äro vanliga och hafva möjligen varit att offra i. Än den dag i dag offra nämligen indianerna här coca i det att cocabussar öfverallt sutto fastsmetade på väggarne. Något ofvanför den nämnda gropen b är ett korthalsat djur, som möjligen kan vara en hjort. Hjortar (Cervus chilensis) äro här allmänna. Midt i den s. k. hjorten är ett kors. Ofvanför c äro tvenne fyrkantiga urholkningar. Från den mörka delen af grottan har jag äfven här ritat af några figurer (se fig. 41). Vi se där (a) en djurbild, som närmast liknar en hund, med ansiktet vändt mot åskådaren. Fig. b föreställer väl en människa med uppåtsträckta armar (dansställning?), c, d och e äro däremot svårare att förklara. Jämför man c med b, så hafva de åtskilligt gemensamt, och är det därför icke omöjligt att c, d och e föreställa människor med uppåtsträckta armar. Öfver en del af figurerna i grottan äro kristna kors målade i rödt, antagligen för att förtaga deras onda verkan.

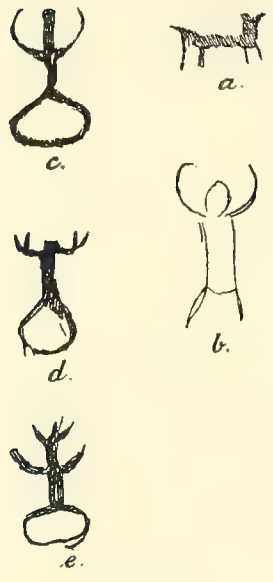


Fig. 41.
Figurer från Coranigrottan.

Man frågar sig naturligtvis, när dessa figurer ristats in i grottan. Det bör hafva varit före spanjorernas inträngande, då ryttare och kristna kors, hvilka spela en så stor roll i en mängd hällristningar på högslätten, ej finnas inristade i grottan. De senare finnas blott målade öfver de öfriga figurerna. Ryttare ser man ej alls. Af hvem och af hvilken orsak denna grottas väggar blifvit så fullristade med figurer, kan jag icke besvara. Jag vill blott påpeka, att en del figurer äro djupt ristade, ända till 3 cm, och gjorda med ganska mycken omsorg, såsom t. ex. »hjorten», och att grottan anses *ensam i sitt slag i trakten.* Figurerna hafva nog inristats under

ganska olika tider, ty ofta har en efterföljande konstnär ej skonat sina föregångares verk, utan mejslat bort en del af dessa för att få rum för sina figurer. Grottan ligger otillgängligt till och har aldrig kunnat spela någon roll som nattkvarter för vägfarande. Den har varit bebodd åtminstone tidtals, då taket är alldeles nedsvärtadt af sot. Skattgräfvare hafva genomsökt den ganska fullständigt, så att det lilla, som återstod att gräfva igenom, ej lämnade något utbyte. Äfven den del af väggen, som blottats genom skattgräfvarne, var rik på figurer, så att det är tydligt, att ett betydande jordlager samlats i grottan, efter sedan figurerna ristats. Kanske hafva figurerna tillkommit så, att herdar och herdinnor slagit sig ned i grottan och tillfälligt bebott densamma. Godt bete finnes i närheten för llamas och alpacas. Någon har då ristat in några figurer i väggen. Andra hafva också tagit vid regn sin tillflykt dit. Af imitationslusta[1] hafva de också ritat några figurer. Nya besökare i grottan hafva ristat nya figurer o. s. v., ända tills den blifvit full af alla dessa djurbilder. Det är de första ritningarne, som satt det hela i gång. I Carabuco vid Lago Titicaca, där hällristningar äro mycket vanliga, förklarades de enstämmigt vara inristade »de los pastores», af herdarne och herdinnorna. De påstodos ej hafva någon vidare betydelse och vara inristade som tidsfördrif. Att inristningarne äro så pass bra gjorda, kan förklaras med, att den, som gjort dem, haft god tid och mycket tålamod, hvilket man ofta ser bergsindianerna utveckla i sina arbeten.

Fig. 42. På en sten målad rödt kors vid Mojos.

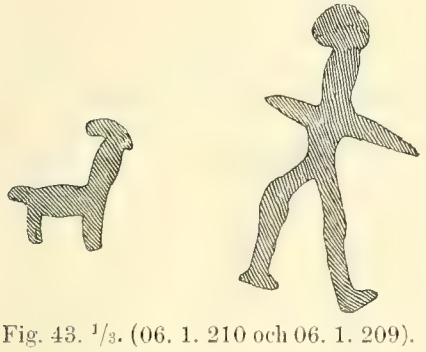


Fig. 43. 1/3. (06. 1. 210 och 06. 1. 209). Bergsmålningar. Calla.

Bergsmålningar.

Figurer målade på klipporna äro ej heller vidare vanliga i dessa trakter. Jag har sett sådana vid Calla mellan Queara och Mojos, vid Mojos och i Ollachea- och Coranidalarne. De äro alla målade med en röd, i vatten svårlöslig färg.

Mojos. Vid Mojos i Bolivia fanns måladt i rödt under en öfverskjutande sten ett kristet kors (fig. 42). Indianerna liksom äfven de s. k. hvita bruka där bränna ljus vid religiösa fester. De förklarade korset på stenen vara tillkommet genom ett underverk.

Calla. Vid Calla, Bolivia, finnas talrika målningar i rödt på en öfverskjutande bergvägg, under hvilken vägfarande bruka slå läger. En människofigur och en llama äro här återgifna (fig. 43). På klippväggen äro äfven målade kristna kors, en S-formig figur och concentriska cirklar (fig. 44). Alltsammans är måladt i antagligen tämligen sen tid, då vägen

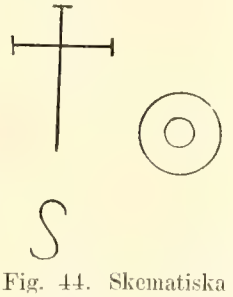


Fig. 44. Skematiska teckningar af figurer tecknade på klippan vid Calla i Bolivia.

[1] Jämför Andree. Ethn. Parallellen. Stuttgart 1878 sid. 259.

förbi Calla, hvilken går genom ett område, som är och varit obebodt, ej anlades förrän samtidigt med augustinermissionen i Mojos. Denna grundades 1617 (ARMENTIA (3). Då klippan vid Calla är ganska vittrad, tog jag mig friheten bryta bort ett par af figurerna (se de fig. 43 afbildade), hvilka nu förvaras på Riksmuseets etnografiska afdelning. (Inv. 06. 1. 209—06. 1. 212.)

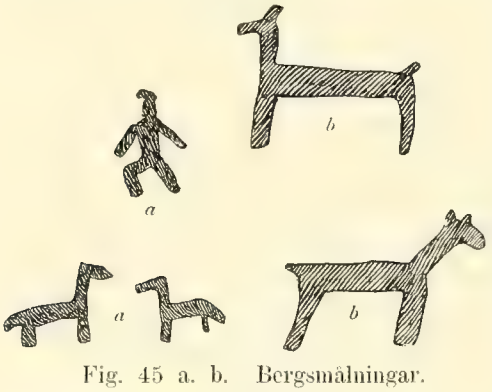


Fig. 45 a. b. Bergsmålningar. Ollacheadalen.

Några af figurerna på bergväggen vid Calla sitta ganska högt, hvarför man nog haft ett visst besvär att klättra upp och måla dem. Calla ligger utom grafhusgränsen och kunna figurerna ej beteckna grafvar, såsom dem i Ollacheadalen. De kunna ej haft någon betydelse som vägmärken, utan hafva nog ritats till tidsfördrif af rastande vägfarande.

Ollacheadalen. De bergsmålningar, jag sett i denna dal, höra nära ihop med grafvarne. Man ser där på bergväggarne i närheten af grafvarne llamas (fig. 45), enkla och concentriska cirklar m. m., hvilka äro målade med samma röda färg, som den af hvilken man ser spår på murbruket, hvarmed grafvarne äro rappade. Dessa, som äro byggda under de öfverskjutande klipporna, äro antagligen målade samtidigt med att figurerna tillkommit. Äfven på högslätten synes, enligt FORBES[1] (*13*), en del bergsmålningar stå i samband med begrafningsplatser. I Ollachea såg jag inga kristna kors eller ryttarefigurer bland figurerna på bergväggarne. Några figurer finnas på så otillgängliga klippor, att man måste hafva byggt ställningar för att kunna måla dem.

Fig. 46. 1/1. Teckningar utförda af Aymaraindianer.

Coranidalen. Bergsmålningarne i denna dal, hvilka mycket likna dem i Ollacheadalen, har jag på grund af sjukdom (malaria) ej kunnat närmare undersöka.

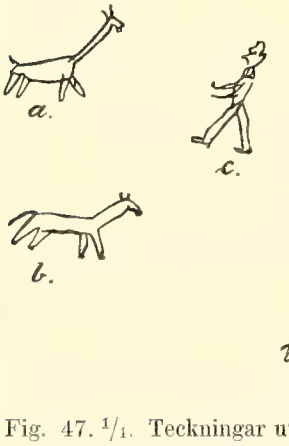


Fig. 47. 1/1. Teckningar utförda af Quichuaindianer.

Teckningar utförda af de nu lefvande quichua och aymara. Till jämförelse med hällristningar och bergsmålningar från de andinska fjälltrakterna skall jag här visa några teckningar, utförda i min anteckningsbok af en aymaraindian (fig. 46). (Inv. 05. 16. 597) och af en quichuaindian (fig. 47). (Inv. 05. 16. 598.) Dessa teckningar äro gjorda af indianer, hvilka ej gått i skola »y que no saben firmar» d. v. s. ej kunna skrifva sin namnteckning. Såväl aymara- som quichuaindianen voro äldre män. Jag har icke gifvit dem någon som helst anvisning, huru de skulle teckna eller

[1] FORBES l. c.

förut tecknat för dem något liknande, utan blott gifvit dem papper och penna, med begäran, att de skulle teckna en llama o. s. v. Betrakta vi quichuaindianens teckning, så skall a föreställa en llama, b en häst, c en af mina tjänare, Julian, och d en hund. Aymaraindianen har tecknat en fågel (a), en llama (b), en viscacha (Lagidium peruanum) (c), ytterligare en llama (d), min tjänare, Julian (e) och en häst (f). En betydande skillnad i utförandet af teckningarne är att quichuaindianen ritat sina figurer genom att teckna konturerna, aymaraindianen däremot genom att fylla ytor, efter hvilken senare metod bergsmålningar och hällristningar inom de centralandinska fjällområdet och i fjälldalarne bruka vara utförda. Betrakta vi djurteckningarne, så äro ett par af dessa förträffliga och återgifva *liksom hällristningarne och bergsmålningarne utmärkt djurens form.* Aymaraindianens llama är utmärkt vällyckad med små medel. Detta inser den som sett viscachas ute i naturen, att den är i ännu högre grad. Hästen är icke heller dålig.

Jämför man dessa teckningar med hällristningarna och bergsmålningarne är likheten omisskänlig. Jämför man dessa teckningar från fjällindianerna med äkta naturfolksteckningar, skall man finna, att de förra bemödat sig att göra djuren igenkänliga genom att riktigt återgifva kroppens form, d. v. s. genom riktiga proportioner, de senare beskrifva dem oftast genom att lägga hufvudvikten på några karaktäristiska detaljer. Äfven i detaljerna äro fjällindianerna naturtrogna, se t. ex. hästens hofvar.

Naturbildningar, som indianerna förklara vara teckningar.

Ofta hafva indianerna, då jag frågat efter figurer, målade eller ristade på klipporna, fört mig att se, hvad som helt enkelt varit naturbildningar. Sålunda talade flere af indianerna i Puinadalen i Bolivia om, att på vägen till Saqui skulle på en bergvägg finnas en målning föreställande en kvinna, som drifver en llama framför sig. I handen håller hon en slända. Där skulle också finnas en sten med en tupp, som gal, och framför tuppens näbb skulle vara målad en bokstaf, »una letra». Dylika »målningar» äro ingenting annat än naturbildningar uppkomna genom olika färg på bergarter, lafvar etc. Kvinnan med sländan tyckte jag mig kunna se, men till tuppen med bokstafven räckte min fantasi ej till.

De figurer, vi här sett återgifna, föreställa i regel djur, sällan människor. Oanständiga bilder finnas ej. Indianernas fantasi rör sig om llamas o. d. och ej om könsorganen.

Boplatser utom grafhusgränsen, ej hörande till fjällkulturen.

Vid Capamitas och Llanalomas i Caripunadalen finna vi som nämnts grafhus och för fjälldalarnes kultur karakteristiska föremål. Följa vi Caripunadalen längre inåt urskogarne, så finna vi vid Mojos och Pata inga grafhus, men vid röjningar några få föremål, särskildt af kopparlegering, hvilka tydligen höra till fjälldalarnes kultur. Pata ligger som nämnts på en höjd vid Rio Tuiche, nära Rio Caripunas inflöde i denna flod. Vid Pata möta vi ännu på höjderna gräsmarker, »pajonales».

Följa vi Rio Tuiche vidare, så komma vi in på det egentliga urskogsområdet. Tuichefloden mellan Pata och Buturo har jag ej följt. Flodens lopp är där numera okändt, fastän D. Gabriel Gonzales sporrad af ett rykte, att han där skulle finna stora rikedomar, redan 1670 for där fram på flottar (Ballivian 5). Han kom till en stam kallad Suquitunia. För att komma till Buturo från Pata går man numera en omväg öfver S:ta Cruz del valle ameño.

Under min vistelse vid Buturo (670 m. ö. h.) i juli 1904 upptäckte jag där en massa krukskärfvor i urskogen ett par km. från den plats, där en tacanaindian brukade färga dem, som äro på väg till gummifaktorierna vid Rio Tambopata, öfver floden. Mellan Buturo och San Juan (ej att förväxla med San Juan del oro) träffar man på liknande sätt stora mängder af krukskärfvor i de nu obebodda skogarne längs med Rio Asariamas. Äfven vid San Juan lära massor af krukskärfvor träffas, likaså vid Asilla. De synas däremot ej finnas på andra sidan om vattendelaren mellan Rio Asariamas och Rio Cocos eller i skogarne omkring mellersta Rio Tambopata. Där skulle de säkert hafva observerats af de talrika gummitappare, som jag utfrågat,

Från hvilken stam dessa rester härleda sig, vet jag ej. Den enda uppgift, jag kunnat finna i literaturen, om hvilken stam som bodde här, när de första hvite trängde fram här, har jag ofvan citerat. Får man tro missionärernas berättelser, (Ballivian [5]) är det sannolikt att dessa boplatser härleda från en tid äldre än »conquistan», då de tacana- och lapachu-talande stammar, de första upptäckarne mötte i Caupolican, och hvilka väl vid missionärernas uppträdande här äfven innehade urskogarne vid Buturo, *ej hade* krukor, utan blott rostade sin föda, *såsom nu tambopata-guarayo göra* (Nordenskiöld *22*).

Några grafvar har jag ej kunnat finna här, utan har jag fått nöja mig med tämligen flyktiga boplatsundersökningar, hvilka naturligtvis gifvit högst fragmentariska fynd. Några husruiner eller andra murar finnas ej alls i dessa urskogar, då hyddorna troligen varit af bambu eller annat lätt nedruttnande material.

Hvad, man här finner, är krukskärfvor och stensaker. Dessa äro fullständigt olika, hvad man finner i fjälldalarne. Föremålen ligga kringströdda på marken alldeles i ytan eller på några cm:s djup bildande ett tydligt kulturlager. Då föremålen ligga så ytligt måste myllbildningen i dessa skogar vara ofantligt liten.

Af hvad jag samlat på dessa boplatser, har jag blott kvar, hvad jag fann på boplatsen vid Buturo. Det öfriga har gått förloradt på Caupolicans osäkra vägar.

I den täta urskogen har det varit mycket svårt att konstatera denna boplats utbredning. Den bör med åtskilliga afbrott hafva varit ungefär 500 m. lång och 750 m. bred. En liten bäck flyter i närheten.

Man har här haft stor kruktillverkning. Jorden hvaraf krukorna tillverkats, har hämtats från en stor graf i närheten. Den har malts på stora *malstenar*, af hvilka talrika träffas här. En dylik, fig. 48, är här afbildad. Denna malstens största genomskärning är 46 cm. Stenen, den står på, har en längd af 76 cm. Att dessa stenar åtminstone delvis användts att mala lera på, framgår af, att klumpar af bränd lera ligga hopade omkring malstenarne. Att med dessa stenar malts något hårdt ämne, synes däraf, att på skifvorna äro nötta djupa rännor efter malstenarne. Leran

har uppblandats med brändt krukgods, liksom ännu atsahuacaindianerna göra. I motsats till i fjälldalarne träffar man här hopade massor af krukskärfvor. Större delen af dessa härleda antagligen från *lerkärl*, hvilka gått sönder i bränningen och ej varit begagnade. Man skulle också här på en dag kunna samla ihop mera krukskärfvor än i fjälldalarne på en månad, detta beroende på att indianerna antagligen ej där själfva tillverkat sina lerkärl, utan importerat dem från högslätten.

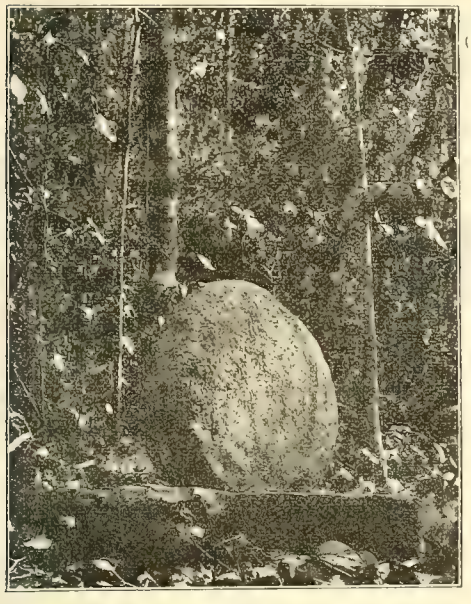


Fig. 48. Malsten. Buturo.

Inga krukor här hafva inbrända, målade ornament. Någon gång äro på dem målade spiralmönster i hvit, lätt bortnött färg. Ornamenten äro åstadkomna genom att lägga ribbor eller slingor af lera utanpå krukorna, mera sällan genom inristningar. Vi se en del krukskärfvor med dylika ornament här afbildade (tafl. 7, fig. 1, 2, 3, 4 och fig. 49 och 50). De äro fullständigt olika allt, som man finner i fjälldalarne. Några hela krukor träffar man ej. Af skärfvorna kunna vi dock se några lerkärlsformer (fig. 49, 50 och 51). Karakteristiskt är, att alla krukor här sakna handtag (öron). I det afseendet öfverensstämma krukorna från Buturo med dem atsahuaca och yamiaca nu tillverka, liksom äfven med dem, som beskrifvits från indianerna vid Rio Purus. De krukor, som man finner i fjälldalarne, hafva däremot till stor del handtag liksom dem, som tillverkats och tillverkas på högslätten. Detta synes mig, såsom jag redan framhållit i en föregående uppsats[1] vara en viktig skillnad mellan fjälldalarnes och Buturoskogarnes keramik. Den bevisar jämte olikheten i ornamentiken att den stam, som bebott Buturos urskogar, kommit öster ifrån och ej vester ifrån. Att jag ej här funnit några handtag, kan ej bero på en tillfällighet, då jag genomsökt stora massor af krukskärfvor, och handtag just bruka lätt bevaras.

Groft modellerade *människofigurer* af bränd lera har jag här funnit. De hafva dels gått upprätt dels på alla fyra. Stundom har ansiktet blott bestått af en flat skifva utan detaljer. I tvenne fall äro dylika tydligt utförda. De här afbildade ansiktena (fig. 52 och 53) visa, att Buturoindianerna brukade genomborra öfver- och underläppen. Sålunda har ansigtet, fig. 52 öfverläppen och ansiktet på fig. 53 både öfver- och underläppen genomborrade. Öronen äro markerade som tvenne hål. Kanske betyda dessa, att de varit genomborrade.

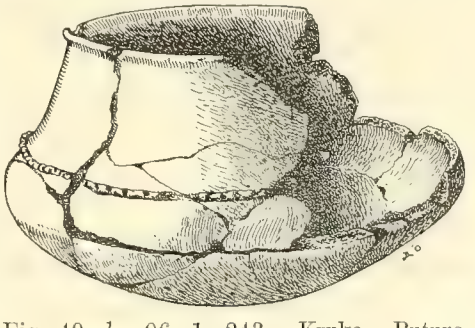


Fig. 49. $\frac{1}{4}$. 06. 1. 243. Kruka. Buturo.

Af de vid Rio Tambopata

[1] Erland Nordenskiöld. Einige Beiträge zur Kenntnis der südamerikanischen Tongefässe und ihrer Herstellung. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handl. Bd. 41. N:o 6.

och Rio Inambari lefvande urskogsindianerna genomborra yamiaca, tambopataguarayo och atsahuaca ej öfver- eller underläpp, men hafva däremot någon gång hål i mungiporna. Pacaguara, som lefva nära Rio Madre de Dios, genomborra däremot öfverläppen. Fjällindianerna quichua och aymara stympa icke på något sätt sitt ansikte. Af de här afbildade tvenne ansiktena har fig. 52 haft en upprätt kropp, det fig. 53 afbildade ansiktet har däremot hört till en kropp, som gått på alla fyra.

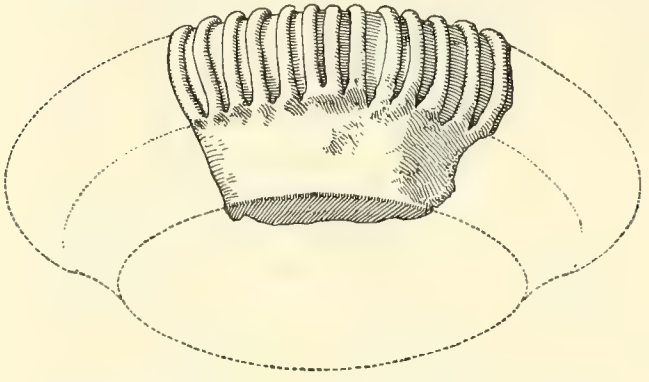


Fig. 50. 06. 1. 257. $\frac{1}{2}$. Krukskärfva. Buturo.

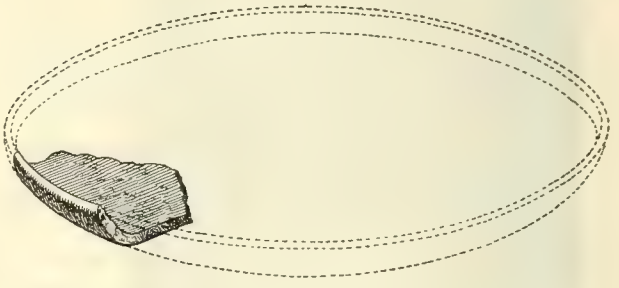


Fig. 51. 06. 1. 262. $\frac{1}{4}$. Krukskärfva. Buturo.

Fig. 52. 06. 1. 226. $\frac{1}{1}$. Ansikte af brändt lergods. Buturo.

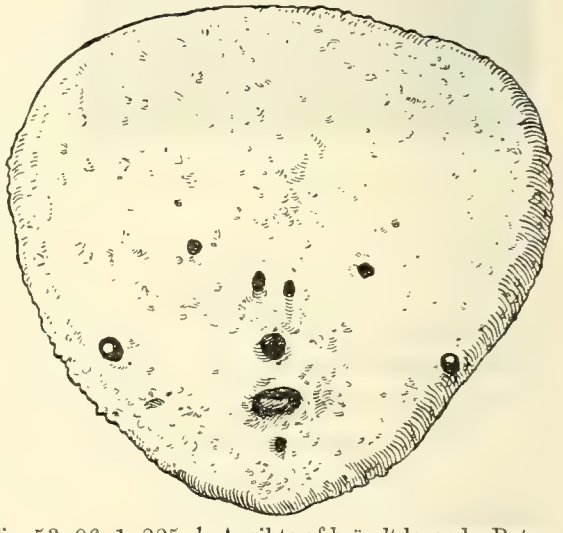


Fig. 53. 06. 1. 225. $\frac{1}{1}$. Ansikte af brändt lergods. Buturo.

En rund, slagen krukskärfva liknande dem, som användas öfver stora delar af Anderna för varpliknande spel, har jag äfven funnit vid Buturo. Det är ju möjligt att denna äfven användts för liknande ändamål som *kastbricka*.

På Buturoboplatsen finner man talrika dels färdiga, dels halffärdiga *stenyxor*. Man finner därjämte stenar, som tydligen hopsamlats för att knacka stenyxor af. Detta har troligen tillgått på följande sätt. En oval, flat sten af diabas, tafl. 7, fig. 5., har sökts ut och har sedan knackats med en skarp kvartsitskifva, tafl. 7, fig. 6, tills den fått den form vi se på tafl. 7, fig. 7. Den så tillknackade stenen

har sedan slipats med en hård sten, tafl. 7, fig. 10, så att den fått en finpolerad yta och skarp egg, tafl. 7, fig. 8, hvarefter två hak, tafl. 7 fig. 9 utknackats och utslipats. Såsom knackstenar har jag tydt skarpa kvartsitskärfvor och som polerstenar på en kant blankslipade kvartsit- och brecciastycken. Dylika träffas i stor mängd på boplatsen vid Buturo.

De stenyxor, man tillverkat vid Buturo, hafva en karakteristisk form, hvilken jag som nämnt, blott i ett exemplar återfunnit på annat håll här, nämligen vid Mojos. De hafva i olikhet med de stenyxor, som man finner i fjälldalarne, egg ej blott i spetsen utan äfven på sidorna. En del stenyxor, som jag funnit vid Buturo, äro så små, att de knappast kunnat hafva haft praktisk användning.

Tabell öfver stenyxor från Buturo.

Inv.	06. 1. 269.	längd	6	cm.	bredd	3,65	cm.
»	06. 1. 268.	»	6,1	»	»	3,7	»
»	06. 1. 271.	»	5,6	»	»	5	»
	06. 1. 270.		6,7	»	»	5,1	»
»	06. 1. 292.		8,6	»	»	6,3	»

Stenyxetypen från Buturo har, ehuru den här saknas i fjälldalarne, en mycket stor nordlig utbredning. Den afbildas sålunda af Uhle (*31*) från Quito, Macás och Suñag i Ecuador. Omöjligt är ej, att en sådan typ som den här omtalade, kunnat uppstå självständigt i olika trakter. Den synes mig annars vara den naturliga mellanformen mellan den cylindriska stenyxan utan hak eller utskott och den T-formiga.

Pilspetsar af sten eller affall från tillslagningen af sådana träffas ej här, utan har man, om man haft pil och båge, användt pilspetsar af hårdt trä eller bambu, såsom urskogsindianerna nu bruka.

Å fig. 54 är afbildadt ett föremål af sten af problematisk användning. Närmast liknar det en *läppknapp*.

Obearbetade stenar träffas i stor mängd på boplatserna vid Buturo och hafva de flesta tydligen ditförts af människor för ett eller annat ändamål. De ovala, platta hafva som nämnt användts för att tillverka stenyxor af, en del af de mycket hårda till slip- och knackstenar, de platta cirkelrunda till sländtrissor. Att de klotrunda och de aflånga—runda varit ämnade att bearbetas, tror jag ej, då man ej ser något spår af knackning eller slipning på dem. Troligt är, att de varit färdiga redskap.

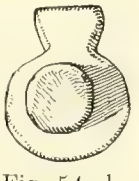


Fig. 54. $\frac{1}{1}$. 06. 1. 313.

De föremål, jag kunnat samla, dels ytligt, dels genom försöksgräfningar på boplatsen vid Buturo, gifva säkert en mycket torftig bild af den stam, som en gång röjt och bebott dessa urskogar. Det är att hoppas, att man framdeles skall finna grafvar och i dessa en mängd upplysande grafgods. Boplatsfynd blifva alltid ganska torftiga, isynnerhet om man ej har tid till större undersökningar. I ett afseende erbjuda fynden i Buturoskogarne ett visst intresse, då de äro olika, hvad man finner i fjälldalarne och möjligen, ja troligen, äro äldre än grafhusen och öfver hufvud taget fjällkulturen här i de högre belägna dalarne. Skulle urskogarne samtidigt

med fjälldalarne haft en bofast befolkning och icke blott bebotts af kringströfvande horder, så är det märkligt, att man där ej finner föremål, erhållna genom byte med fjällindianerna eller något (t. ex. i keramiken), som skulle tyda på förbindelse med den mäktiga fjällkulturen. Tvärtom stå Buturofynden alldeles självständiga. Stenyxorna hafva en självständig typ, hvilket dessa icke hafva här inom andra delar af det besökta området, som ligger utom grafhusgränsen.

Märkligt är också, att från missionernas historia, ARMENTIA (*3*), BALLIVIAN (*4*), några stammar från Buturotrakten ej särskildt omtalas, då dessa tydligen stått högre än de stammar, som bodt vid Pata, Apolo etc., efter hvilka senare man jämte stenyxor och några föremål erhållna från fjälldalarne ej finner annat än några få grofva krukskärfvor utan ornament.

För den, som framdeles kommer att göra forskningar i dessa trakter, tillåter jag mig rekommendera boplatserna vid Buturo. Där är nog mycket att forska efter.

Fjällkulturens gräns mot urskogarne. Hvilka voro de naturliga betingelserna för denna?

Grafhus, grafgrottor, redskap af sten eller kopparlegering träffas här, såsom vi sedt, hvarken sydväst eller nordost om Andernas högsta kedja ofvan den nuvarande odlingsgränsen för de minst ömtåliga kulturväxterna, såsom potatis, oca (oxalis tuberosa), bondbönor och quinua. Aldrig har jag gjort någon iakttagelse, som skulle tyda på, att denna odlingsgräns legat, så länge människor bebodt dessa trakter, högre eller lägre än nu. Den bofasta, uteslutande boskapsskötande, till största delen quichuatalande befolkning, som nu bebor de ofvan odlingsgränsen belägna slätterna kring Cojata, Poto, Picotani och Macusani, har ditflyttat i senare tid för alpacaafvel, ty inom deras område finnes ej ett grafhus, icke ens en graf i de talrika grottorna. På de lägre delarne af högslätten lefva indianerna, utom af boskapsskötsel, af åkerbruk. Gå vi nordost om Andernas högsta kedja, så äro i fjälldalarne mellan högsta odlingsgränsen och urskogen ungefär samma möjligheter att lifnära sig som på de lägre delarne af högslätten omkring Lago Titicaca, likväl med den skillnaden att nederbörds- och temperaturförhållandena äro något gynnsammare för åkerbruk i fjälldalarne på den nordöstra sidan af Andernas högsta kedja. På gränsen till urskogarne kunna naturligtvis mycket mer för köld ömtåliga växter odlas än på högslätten. Möjligheten att där odla majs och coca har, som jag förut citerat (sid. 37) från CIEZA DE LEON (*11*), mycket bidragit till dessa dalars kolonisation med mitimaes från högslätten.

Gå vi längre ned i dalarne in mot urskogarne, kan man, som jag nämnt, ej mer drifva boskapsskötsel, framför allt ej hafva de för värme ömtåliga llamadjuren och ej odla de kulturväxter, som odlas på högslätten.

Man skall också finna, såsom vi sett, att aldrig grafhus eller odlingsterrasser och mycket sällan föremål af kopparlegering eller lerkärl med en ornamentik, karakteristisk för de högre fjälldalarne och liknande dylika från högslätten, träffas längre

inåt urskogarne, än att man där haft betesmarker för den ännu för indianerna som husdjur mycket viktiga llaman och kunnat odla för högslätten karakteristiska kulturväxter. På kartskissen sid. 5 är grafhusgränsen inom det område, som jag besökt, utmärkt. Svårigheten att röja med primitiva verktyg, fruktan för febrar och för urskogsindianerna, »los teribles chunchos», har nog också bidragit till att fjällindianerna, som annars haft stor expansionsförmåga, ej utbredt sig inåt de så utomordentligt fruktbara urskogstrakterna, men framför allt har orsaken därtill varit, att de ej haft betesmarker för llamadjuren och ej kunnat odla samma saker, som de varit vana att odla i fjällen. I urskogarne öster om Cuzco hafva fjällindianerna ej heller utbredt sig, sålunda skulle där enligt SQUIER (*28*) fästningarne vid Paucartambo, Pisac och Ollantaytambo beteckna gränsen för »Inca»väldet. Icke mer än 60 eng. mil öster om Cuzco skulle deras område hafva sträckt sig. Gränsen ligger efter personligt meddelande till mig af en som Peruforskare känd botanist, D:r WEBERBAUER, något längre ned i dalarne. SQUIER anser, att urskogarne och vildarne hindrade Incas i deras framträngande mot öster.

Lösa föremål af kopparlegering samt några lerkärl, tydligen hörande till fjällkulturen, finner man som nämnt något längre inåt urskogarne än grafhusen. Dessa föremål hafva troligen kommit dit genom byte med andra stammar. Möjligt är ju också, att de i fjälldalarne boende indianerna haft åkrar längre inåt urskogarne, än de själfva bott, såsom nu är brukligt bland quichuaindianerna.

Hvad vi funnit inom det undersökta området, hör i fjälldalarne ihop med det stora centralandinska kulturområdet, närmast med hvad man finner omkring Lago Titicaca från aymaras förfäder. Fjällkulturens gräns har här varit mycket skarp mot urskogarne, och hafva vi i dessa mött rester, om också obetydliga, af stammar, som ej stått under inflytande af denna kultur.

Figurförklaring.

Tafl. 1.

1. Graf 9. Quiaca. Peru.
2. » Pelechuco. Bolivia (ej utgräfd af mig, utan öppnad långt förut).
3. » 10. Quiaca. Peru.
4. » 6. » »
5. » 7 och 8. Quiaca. Peru.
6. » 11 och 12. Quiaca. Peru.
7. » 3. Pelechuco. Bolivia.
8. » 4. » »
9. » 1. » »

Tafl. 2. (3 och 5 icke fullt $^1/_2$, de öfriga $^3/_5$)

Föremål af kopparlegering.

1.	Inv. *06. 1. 188.*	Topo		Ollachea.	Peru.
2.	» *06. 1. 197.*	Bröstprydnad		»	»
3.	» *06. 1. 181.*	Topo		Saqui.	Peru.
4.	» *06. 1. 371.*	»	Graf 14.	Queara.	Bolivia.
5.	» *06. 1. 415.*	»		Saqui.	Peru.
6.	» *06. 1. 360.*	»	Graf 8.	Queara.	Bolivia.
7.	» *06. 1. 184.*	»		Ollachea.	Peru.
8.	» *06. 1. 192.*	» (tumi)		Quiaca.	»
9.	» *06. 1. 186.*	» (tumi)		Ollachea.	»
10.	» *06. 1. 196.*	Mänsklig figur		»	»
11.	» *06. 1. 194.*	Topo		»	»
12.	» *06. 1. 193.*	»		Quiaca.	»
13.	» *06. 1. 185.*	»		Ollachea.	»
14.	» *06. 1. 345.*	»	Graf 2.	Queara.	Bolivia.
15.	» *06. 1. 318.*	»	Graf 1.	Pelechuco.	»
16.	» *06. 1. 177.*	Tumi		Quiaca.	Peru.
17.	» *06. 1. 180.*	»		»	»
18.	» *06. 1. 174.*	»		Ollachea.	»
19.	» *06. 1. 347.*	Topo	Graf 2.	Queara.	Bolivia.
20.	» *06. 1. 170.*	Mejsel		Ollachea.	Peru.
21.	» *06. 1. 169.*	Knif		Quiaca.	»
22.	» *06. 1. 171.*	Hackblad		Ollachea.	»
23.	» *06. 1. 172.*	Oslipadt hackblad (?)		Ollachea l. Quiaca.	»

Tafl. 3. (1, 7, 8 icke fullt $^1/_2$, de öfriga $^2/_3$)

1.	Inv. *06. 1. 480 b.*	Docka af trä	Graf 6.	Ollachea.	Peru.
2. 3.	» *06. 1. 322.*	Mortel med stöt	» 1.	Pelechuco.	Bolivia.
4.	» *06. 1. 467.*	Kam	» 4.	Ollachea.	Peru.
5.	» *06. 1. 475.*	Sländtrissa	» 5.	»	»
6.	» *06. 1. 491.*	Träskål med ansikte	» 9.	»	»
7.	» *06. 1. 486.*	Docka af trä	» 8.	»	»
8.	» *06. 1. 485.*	Skaft till hacka	» 8.	»	»
9.	» *06. 1. 447.*	Kam	» 1.	»	»
10.	» *06. 1. 458.*	?	» 3.	»	»
11.	» *06. 1. 390.*	Mänsklig figur af trä	» 15.	Queara.	Bolivia.
12.	» *06. 1. 472.*	Väfsked	» 4.	Ollachea.	Peru.
13.	» *06. 1. 367.*	Ask af trä	» 12.	Queara.	Bolivia
14.	» *06. 1. 476.*	Liten kruka	» 5.	Ollachea.	Peru.

Tafl. 4. (4, 5, 6, 7 = $^2/_3$)

1. Utsikt öfver Quiacadalen, Peru, visande odlingsterrasserna.
2. Graf 1, 2 och 3. Ollachea. Peru.
   a = Graf 1.
   b = » 2.
   c = » 3.
3. Graf 1, 2, 3, 4, 5. Ollachea. Peru.
   a = Graf 1.
   b = » 2.
   c = » 3.
   d = » 4.
   e = » 5.
4. Inv. *06. 1. 135.* Slungsten. Quiaca. Peru.
5. » *06. 1. 107.* » ? Puina. Bolivia.
6. » *06. 1. 143.* Klubbhufvud till jordkokskrossare. Quiaca. Peru.
7. » *06. 1. 146.* Klubbhufvud. Ollachea. Peru.
8. » *06. 1. 213.* Kruka. Pata. Bolivia.

Tafl. 5. (10 = $^1/_2$ de öfriga $^2/_3$)

1.	Inv. *06. 1. 737.*	Ombundet skelett	Graf 8.	Ollachea.	Peru.
2.	» *06. 1. 748.*	» »	» 1.	Corani.	»
3.	» *06. 1. 168.*	Yxa af kopparlegering		Chusecani.	Bolivia.
4.	» *06. 1. 54.*	Stenyxa		Quiaca.	Peru.
5.	» *06. 1. 165.*	Yxa af kopparlegering		»	»
6.	» *06. 1. 37.*	Stenyxa		Sina.	Peru.
7.	» *06. 1. 78.*	»		Puina.	Bolivia.
8.	» *06. 1. 74.*	»		Llinquipata.	Peru.
9.	» *06. 1. 72.*	»		Chia.	Peru.
10.	» *06. 1. 71.*	»		Chusecani.	Bolivia.
11.	» *06. 1. 31.*	»		Crucero.	»

Tafl. 6.

1.	Skulpterad sten med jaguar	Sina.	Peru.
2.	» » » två ormar	»	»
3.	» » » bakdelen af en orm	»	»
4.	» » » fisk	»	»
5.	Grotta	Corani.	
6.	Länga af väggen i grottan	»	»

Tafl. 7. $^2/_3$.

1.	Inv. *06. 1. 245.*	Krukskärfva	Buturo.
2.	» *06. 1. 247.*	»	»
3.	» *06. 1. 251.*	»	»
4.	» *06. 1. 253.*	»	»
5.	» *06. 1. 278.*	Ämne till stenyxa	»
6.	» *06. 1. 293.*	Knacksten	»
7.	» *06. 1. 291.*	Påbörjad stenyxa	»
8.	» *06. 1. 292.*	Nästan färdig stenyxa	»
9.	» *06. 1. 270.*	Stenyxor	»
10.	» *06. 1. 269.*	»	»
11.	» *06. 1. 300.*	Brynsten	»

Litteraturförteckning.

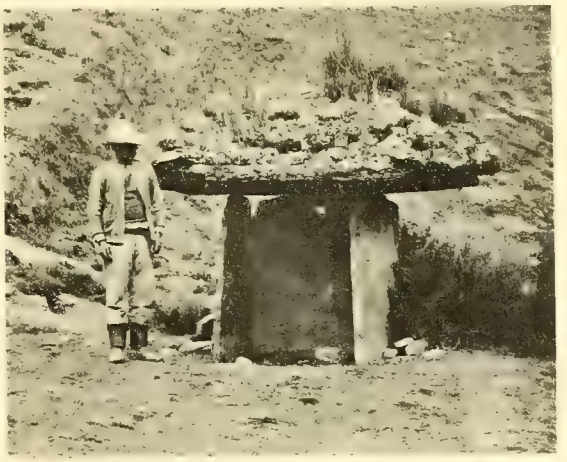
1. Ambrosetti, J. B. Costumbres y supersticiones en los Valles Calchaquies (Provincia de Salta). Anales de la Sociedad científica de Argentina, Buenos Aires 1896.
2. —— El Bronce en la Región Calchaqui. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires, Tomo XI, 1904.
3. Armentia, N. Relacion Historica de las Misiones Franciscanas de Apolobamba etc. La Paz 1903.
—— Descriptión del Territorio de las Misiones Franciscanas de Apolobamba etc. La Paz 1905.
4. Baessler, A. Altperuanische Metallgeräte. Berlin 1906.
5. Ballivian, M. V. Relación y Descripción de las Misiones y conversiones de Infieles vulgarmente llamados de Apolobamba etc.. Manuskript publiceradt af M. V. Ballivian, La Paz 1898.
6. Bandelier, Ad. F. Om grafhus, chullpas, finnes et mycket intressant meddelande i Sinopsis Estadistica y Geográfica de la Republica de Bolivia, La Paz 1903. Sid. 129. Detta är tryckt utan Bandeliers vetskap.
7. ——. On the Relative Antiquity of Ancient Peruvian Burials. Bull. of the American Museum of Natural History N. Y. Vol. XX, 1904.
8. ——. The aboriginal Ruins at Sillustani, Peru American Anthropologist, Vol. 7, N. 1. 1905.
9. Cardus, J. Las Misiones Franciscanas entre los Infieles de Bolivia. Barcelona 1886.
10. Casas, Bartolomé de las. De las Antiguas Gentes del Perú. Colección de Libros Españoles Raros ó Curiosos. Utgifven af M. Jiminez de la Espada, Madrid 1892.
11. Cieza de Leon, Pedro de. The Travels of Pedro de Cieza de Leon 1532—50. Utgifven af Cl. R. Markham, Hakluyt Society. London 1864. Vol. 33.
12. Evans, J. W. Expedition to Caupolican Bolivia, 1901—1902. The Geographical Journal. London Dec. 1903. Vol. 22.
13. Forbes, D. On the Aymara Indians of Bolivia and Peru. Journal of the Ethnological Society of London 1870. Vol. II.
14. Keller-Leuzinger, Fr. Vom Amazonas und Madeira. Stuttgart 1874.
15. Koch, Th. (Koch-Grünberg). Zum Animismus der südamerikanischen Indianer. Supplement zu Band XIII Internationales Archiv für Ethnographie. Leiden 1900.
16. Labre, A. R. Colonel Labre's Exploration etc. Proceed. of the R. G. S. of London 1889.
17. Markham, Cl. R. The Province of Caravaya in Southern Peru. Journal of the R. G. S. Vol. 31, London 1861.
18. —— A List of the Tribes in the Valley of the Amazon, including those on the Banks of the Main Stream and all its Tributaries. London 1895.
19. Middendorf, E. W. Peru. Vol. III, Berlin 1895.
20. —— Die einheimischen Sprachen Perus. Bd. V, Leipzig 1891.
21. Nordenskiöld, Erland. Über Quichua sprechende Indianer an den Ostabhängen der Anden im Grenzgebiet zwischen Peru und Bolivia. Globus, Bd. 88 Nr. 7, Braunschweig 1905.
22. —— Beiträge zur Kenntnis einiger Indianerstämme des Rio Madre de Dios-Gebietes. Ymer, H. 3, Stockholm 1905.
23. —— Ethnographische und archäologische Forschungen im Grenzgebiet zwischen Peru und Bolivia 1904—1905. Zeitschrift für Ethnologie, Heft 1 u. 2, Berlin 1906.

24. D'ORBIGNY, A. L'homme Américain. Paris 1839.
25. PLANE, A. Le Pérou. Paris 1903.
26. RAIMONDI, A. On the rivers San-Gavan and Ayapata, in the province of Carabaya, Peru. Journ. of the R. G. S., Vol. 37, London 1867.
27. —— El Peru. Lima 1874—80.
28. SQUIER, E. G. Peru. London 1877.
29. TSCHUDI, J. J. v. Peru. St. Gallen 1846.
30. —— Reisen durch Südamerica, 1—5. Leipzig, 1866—67.
31. UHLE, M. Kultur und Industrie südamerikanischer Völker. Vol. 1, Alte Zeit, Berlin 1889.
32. WAITZ, TH. Anthropologie der Naturvölker. Vol. III, 2, Leipzig 1862.
33. WEDDELL, H. H. Voyage dans le Nord de la Bolivie. Paris 1853.
34. WIENER, CH. Pérou et Bolivie. Paris 1880.

Tryckt den 22 december 1906.

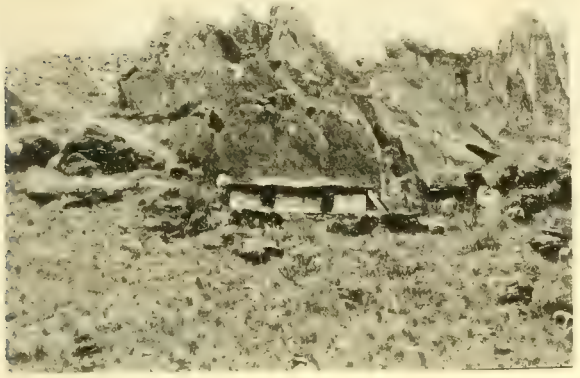
Uppsala 1906. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

1



2

3



6

5

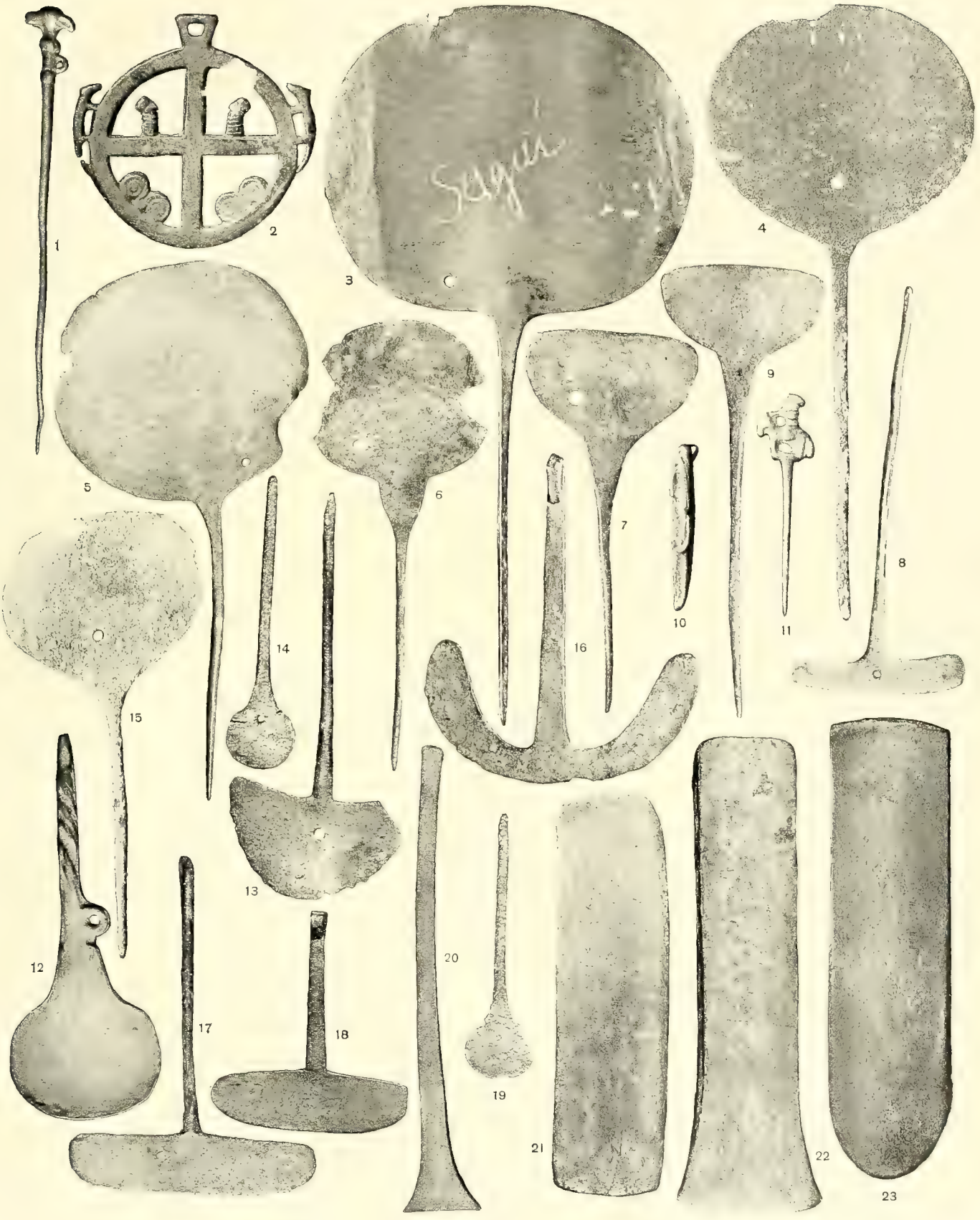
4

7

8

9

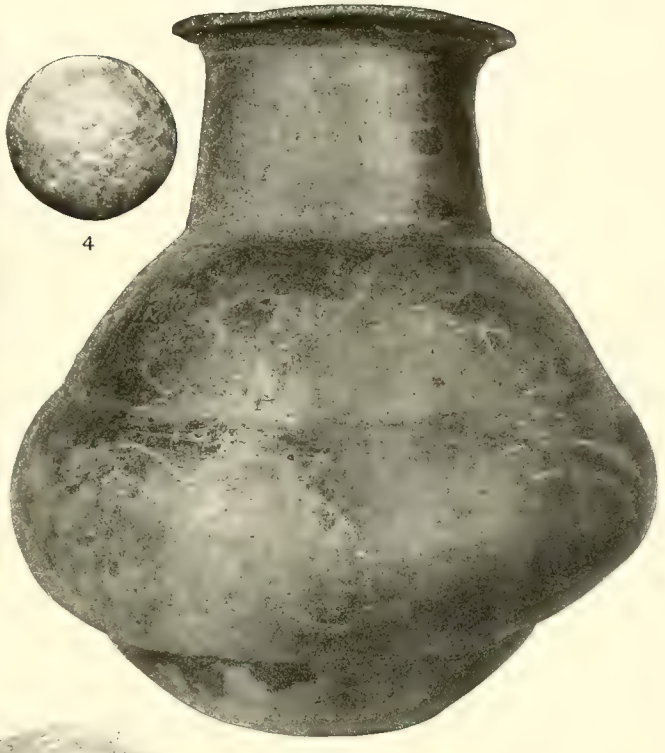
Ljustryck J. Cederquist Sthlm.



Auto. o. tr. J. Cederquist, Sthlm.

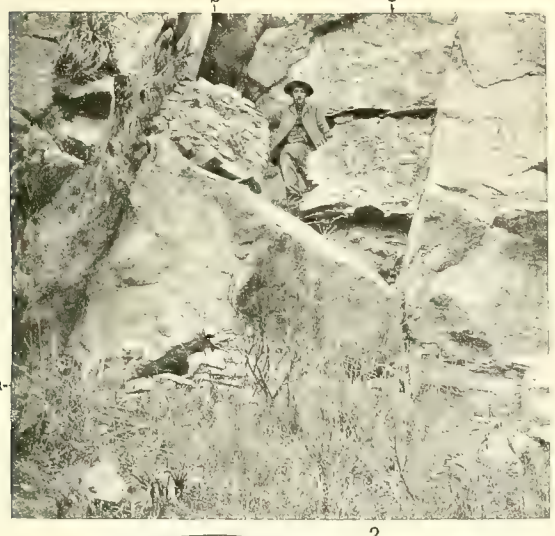
Auto. o. tr. J. Cederquist Sthlm.

1

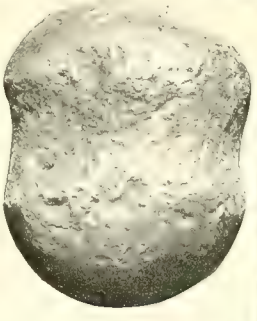


8

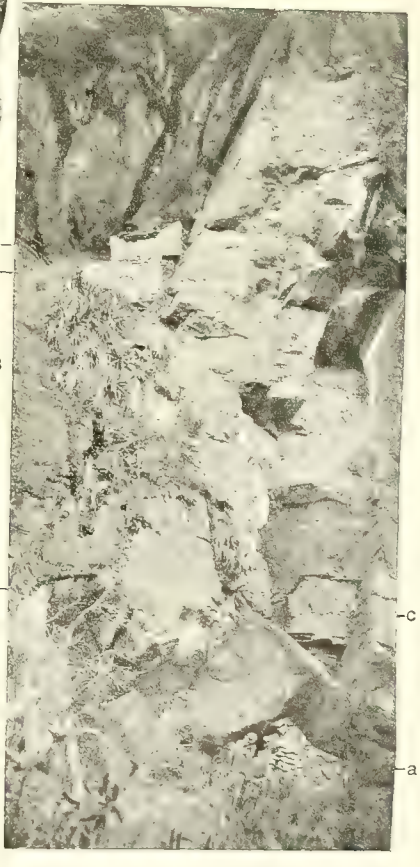
4

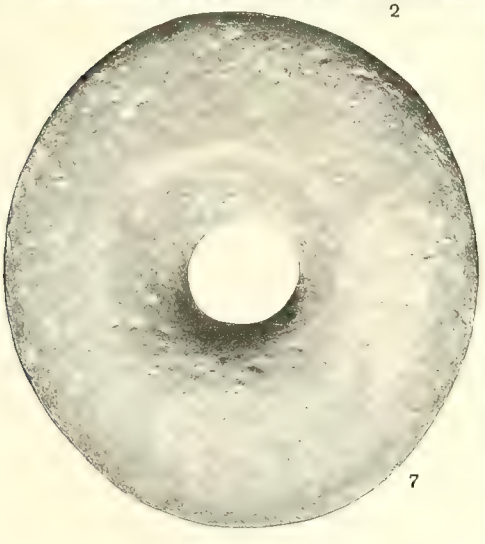


2



5

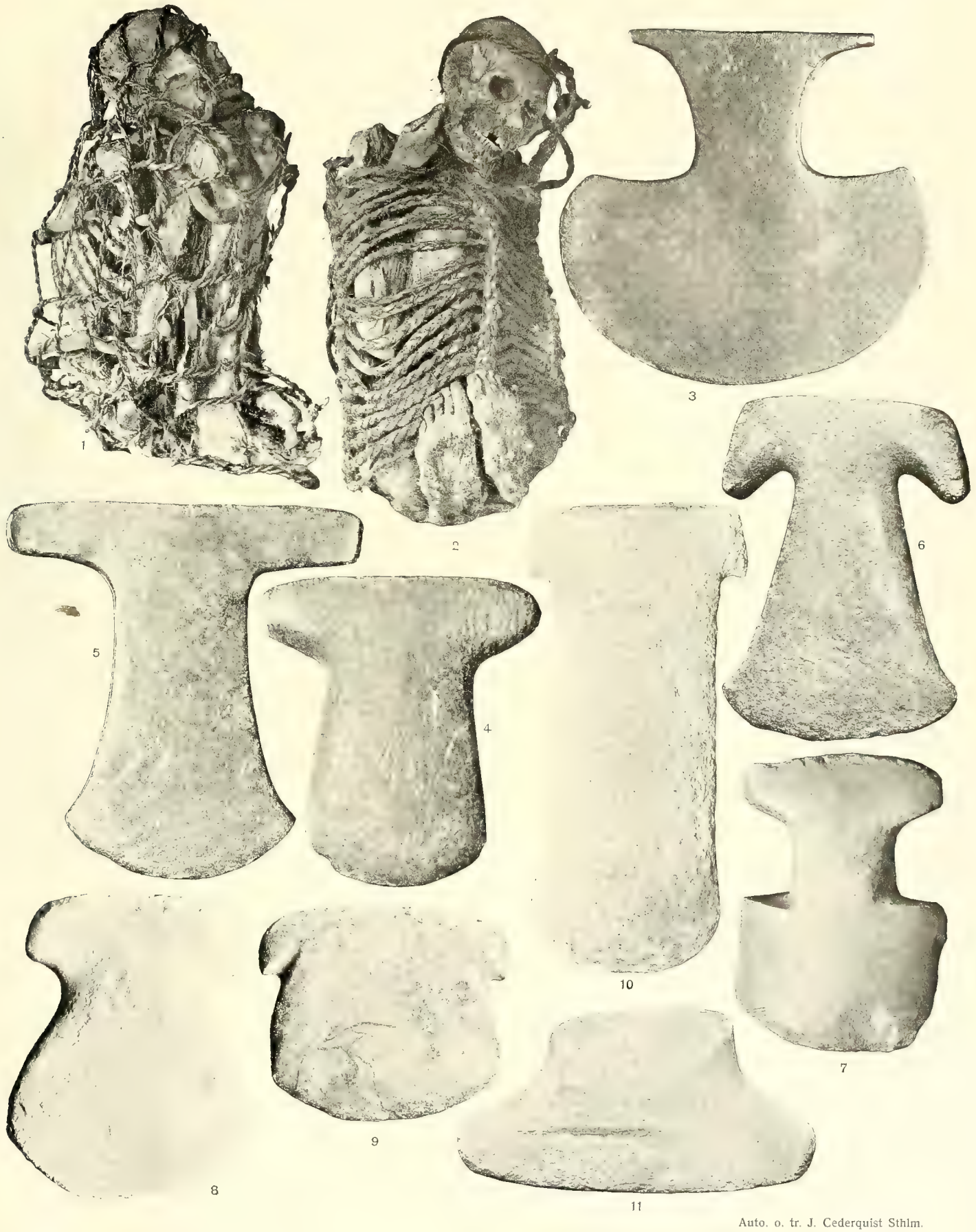




7

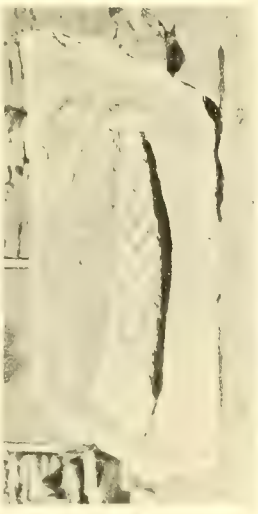
6

Auto. o. tr. J. Cederquist Sthlm.



Auto. o. tr. J. Cederquist Sthlm.

1



3

4

5

2

6

Ljustryck J. Cederquist Sthlm.

Auto. o. tr. J. Cederquist Sthlm.

Uppsala 1906. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 3.

ÜBER

THAUMATOPTERIS SCHENKI NATH.

VON

A. G. NATHORST

MIT 2 TAFELN

MITGETEILT AM 5. DECEMBER 1906

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE H. LE SOUDIER
174 BOULEVARD S:T GERMAIN

JUL 8 1907

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 3.

ÜBER

THAUMATOPTERIS SCHENKI NATH.

VON

A. G. NATHORST

MIT 2 TAFELN

MITGETEILT AM 5. DECEMBER 1906

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

Die Gattung *Thaumatopteris* wurde 1841 von H. R. Göppert (41) und zwar für die in den pflanzenführenden Schichten bei Theta unweit Baireuth häufig vorkommende und ausgezeichnet erhaltene Art, *Th. Münsteri*, aufgestellt, die er bei derselben Gelegenheit ausführlich beschrieb und abbildete. O. Popp (63) fügte 1863 eine andere Art, und zwar *Th. Brauniana* Popp, hinzu, teilte aber keine Abbildung der Pflanze mit. Beide Arten wurden später von Schenk (66) in seiner Flora der Grenzschichten beschrieben und abgebildet.

In meinen beiden Arbeiten über die fossile Flora von Pålsjö in Schonen (Nathorst 76, 78:2) wurde dann von mir nachgewiesen, dass *Thaumatopteris Münsteri* der Gattung *Dictyophyllum* zuzuführen sei, wobei jedoch der Gattungsname für die andere Art (*Th. Brauniana*), die wahrscheinlich nicht zu *Dictyophyllum* gehörte, beibehalten werden könnte. Bald nachher bei der Beschreibung der fossilen Flora von Höganäs und Helsingborg (Nathorst, 78:1), suchte ich ferner darzulegen, dass Schenk unter dem Namen *Thaumatopteris Brauniana* zwei verschiedene Arten zusammengeführt hatte, nämlich ausser der Popp'schen Art, deren Fiedersegmente ganzrandig sind, auch eine andere, die durch den regelmässig gekerbten Rand derselben von der vorigen abweicht. Die neue Art wurde von mir *Thaumatopteris Schenki* genannt.

Diese Art war freilich sowohl in der Sammlung von Helsingborg als auch in der von Höganäs vertreten, weil aber die von diesen Lokalitäten herstammenden Exemplare fragmentarisch und schlecht erhalten waren, fusste ich die ausführliche Beschreibung der Pflanze, die in der erwähnten Arbeit mitgeteilt wurde, auf Exemplare von Stabbarp, die vorzüglich erhalten vorlagen. Sämtliche hier beschriebenen Exemplare stammen auch von dieser Lokalität, wo die Pflanze im grauen Ton im Liegenden des Flözes Jean Molin (»Jean Molins flöts») so häufig vorkommt, dass ich die betreffende pflanzenführende Zone nach ihr (»die Zone mit *Thaumatopteris Schenki*», Nathorst 80, 85) genannt habe. Das Alter dieser Zone ist mittleres Rhät.

Wenden wir uns jetzt der Beschreibung der Art zu, die auch durch fertile Exemplare vertreten ist.

Thaumatopteris Schenki Nathorst.

Tafel 1, Fig. 1—11; Tafel 2.

1866. *Thaumatopteris Brauniana* Schenk (ex parte), Flora der Grenzschichten, p. 73, Taf. 18. Fig. 1—4.
1876. *Thaumatopteris Brauniana?* Nathorst, Bidrag till Sveriges fossila flora [I], p. 30, taf. 8, fig. 1.
1878. » » ? Nathorst, Beiträge zur fossilen Flora Schwedens, p. 16, Taf. 8, Fig. 1.

1878. *Thaumatopteris Schenki* Nathorst, Bidrag till Sveriges fossila flora. 2. p. 47, taf. 6, fig. 1; taf. 8, fig. 4.
1891. » » Raciborski, Flora retycka północnego stoku gór swietokrzyskich. p. 301, Taf. 2, Fig. 13—16.
1892. » » Raciborski, Przyczynek do flory retyckiej Polski. p. 348, Taf. 2, Fig. 19.
1899. » » Hjorth, Vellengsbyleret og dets Flora, p. 71, Tav. 3, Fig. 11.
1902. » » Möller, Bidrag till Bornholms fossila flora. Pteridofyter, p. 45, taf. 4, fig. 13.
1904. » » Nathorst in A. E. Törnebohm & A. Hennig, Beskrifning till blad 1. 2. Sveriges Geol. Undersöku. Ser. A 1, a. p. 106, fig. 29.

Die Blätter waren lang gestielt, fussförmig gefiedert, mit bis zur Basis regelmässig fiederteiligen Fiedern, deren Zahl wenigstens 7—9 betragen kann. Die Fiedern scheinen in solcher Weise ringsum den Gipfel des Blattstieles gestellt gewesen zu sein, dass sie an der lebenden Pflanze gewissermassen einen trichterförmigen Kreis gebildet haben dürften (Taf. 1, Fig. 1, Taf. 2, Fig. 3). Der Blattstiel war wahrscheinlich ursprünglich gegabelt, die beiden sehr verkürzten Gabeläste scheinen in der Horizontalebene halbkreisförmig gegen einander gebogen gewesen zu sein, und da sie demnach nicht in derselben Ebene wie der Blattstiel standen, sind sie an den fossilen Exemplaren meistens nicht sichtbar, weil sie, ihrer Stellung zufolge, nicht gern auf derselben Schichtenfläche neben einander vorkommen können. An dem Exemplar Taf. 1, Fig. 2 ist jedoch die Fortsetzung der beiden Gabeläste im Gestein zu beiden Seiten der Blattspindel durch die beiden schwarzen Kohlenflecke angedeutet. Dass die Gabeläste tatsächlich einen Kreis gebildet haben, beweist auch das Exemplar Taf. 2, Fig. 3. An jüngeren Exemplaren, die leicht zusammengedrückt werden konnten, habe ich die beiden Gabeläste beobachten können, z. B. an dem Exemplar Taf. 1, Fig. 3 und an dem Exemplar Fig. 4 u. 5 derselben Tafel, welche die beiden entgegengesetzten Seiten desselben Steinstücks darstellen. Fig. 11 stellt dagegen den entsprechenden Teil eines älteren Exemplares dar. Das sehr junge Exemplar Taf. 1, Fig. 6 zeigt auch die beiden Äste, während das Exemplar Fig. 7 nur den einen Ast deutlich wiedergibt. Aus den Exemplaren Taf. 1, Fig. 3—7 geht ferner hervor, dass die Verzweigung etwa in ähnlicher Weise wie bei *Dictyophyllum* (Nathorst, 06) stattgefunden hat.

Die Teilung der Fiedern ist sehr regelmässig, die untersten Fiedersegmente (Taf. 1, Fig. 1, 8, 9; Taf. 2, Fig. 1, 2) sind beinahe halbkreisförmig, stumpf, höher oben werden die Segmente länger, etwa triangulär, um dann mehr und mehr ausgezogen zu werden, so dass sie im mittleren Teil der Fieder linear verlängert sind; gegen die Spitze werden sie wieder kürzer (Taf. 2, Fig. 9, 10), das letzte Exemplar kann jedoch möglicherweise auch als von einer jungen Pflanze stammend aufgefasst werden. Eine von Raciborski in seinen Beiträgen zur Kenntnis der rhätischen Flora Polens auf Taf. 2, Fig. 19 abgebildete Fieder zeigt, dass die Fiedersegmente gegen die Spitze der Fieder allmählich kürzer werden und dass die äusserste Spitze etwa dasselbe Aussehen wie ein Fiedersegment hat. Die untersten Fiedersegmente sind ganzrandig, höher hinauf wird aber der Rand derselben deutlich und regelmässig gekerbt (Taf. 1, Fig. 1; Taf. 2, Fig. 1—8), die Kerbung des Segments beginnt aber meistens erst in einer gewissen Entfernung von der Fiederspindel, seltener (Taf. 2, Fig. 8) beinahe unmittelbar an dieser. An einigen (fertilen?) Exemplaren scheint der Rand der Fiedersegmente etwas umgebogen zu sein (Taf. 2, Fig. 11—14), weshalb diese weniger gekerbt oder fast ganzrandig

erscheinen können. Über die Variation der Kerbzähne mit Rücksicht auf ihre Grösse sind die besten Aufschlüsse aus den Abbildungen zu entnehmen, weshalb ich auf diese verweise.

Die Fiedersegmente scheinen dünn wenngleich ziemlich steif gewesen zu sein und wenn auch nahe beisammen stehend deutlich von einander getrennt, höchstens berühren sie sich an der Basis (Taf. 2, Fig. 11—14), ohne dass man doch eigentlich im allgemeinen von einer geflügelten Spindel sprechen könnte.

Der Mittelnerv der Fiedersegmente ist stark und setzt sich bis an die Spitze derselben fort. Die Seitennerven sind dagegen sehr zart, so dass die Nervatur meistens erst mit der Lupe wahrgenommen werden kann, und die primären Nervenmaschen am Mittelnerven treten bei weitem nicht so deutlich hervor wie bei *Dictyophyllum*. Die aus dem Mittelnerven heraustretenden Seitennerven werden wiederholt gegabelt, wobei die Zweige der angrenzenden Nerven sich zu Maschen verbinden, von welchen die dem Mittelnerven zunächst länglich und grösser, vieleckig, die übrigen klein und ziemlich unregelmässig sind (Taf. 2, Fig. 15).

Die Sori stehen an der Unterfläche der Fiedersegmente mehr weniger dicht gedrängt und bestehen aus etwa 9 (8—10) Sporangien mit sehr deutlichem vielgliederigen Ringe (Taf. 2, Fig. 16, 17). Die ovalen Sporangien sind klein, etwa 0,20—0,25 Millimeter im Durchmesser, und die Grösse des ganzen Sorus beträgt im Durchmesser nur etwa 1 Millimeter. Das Exemplar Taf. 2, Fig. 18 zeigt einen Sorus, der mit »Eau de Javelle» behandelt worden ist. Die Sporangienwände sind vollständig aufgelöst, und die tetraedrischen glatten Sporen können deshalb in ihrer ursprünglichen Lage beobachtet werden. Der Durchmesser der Sporen beträgt etwa 0,05 Millimeter.

Dass *Thaumatopteris Schenki* in ähnlicher Weise wie *Dictyophyllum* horizontal kriechende Rhizome gehabt hat, ist wohl mit Rücksicht auf den ganzen Bau des Blattes von vornherein anzunehmen. Es ist unter solchen Umständen möglich, dass die an derselben Lokalität vorkommende auf unserer Tafel 1, Fig. 12 abgebildete *Rhizomopteris* das Rhizom von *Thaumatopteris Schenki* darstellt. Das Exemplar zeigt den Abdruck der Oberseite des Rhizoms und dürfte wahrscheinlich gabelig gewesen sein, denn es ist wohl anzunehmen, dass die beiden Zweige *a* und *b* etwas ausserhalb des Randes des Steinstücks mit einander verbunden waren. Am linken Zweig können sieben Blattnarben und dazu mehrere kleine Wurzelnarben und Eindrücke der Wurzeln selbst beobachtet werden. Jede Blattnarbe scheint auf eine Emporwölbung des Rhizoms gestellt zu sein, die Bündelspur der Narbe ist hufeisenförmig wie bei *Dictyophyllum*. Dass dies Rhizom zu *Thaumatopteris Schenki* gehört ist ja möglich — und deshalb habe ich die Abbildung hier mitgeteilt — da aber auch ein *Dictyophyllum* in derselben Ablagerung gefunden ist, so könnte das Rhizom vielleicht zu diesem gehören.

Die Frage ob *Thaumatopteris Schenki* und *Th. Brauniana* wirklich von *Dictyophyllum* zu trennen sind, glaube ich — obschon allerdings nicht ganz ohne Bedenken — bejahend beantworten zu müssen. Die Dünnheit der Blattlamina, die regelmässige Teilung der Fieder bis zur Spindel selbst, die geringe Verschiedenheit der Nerven verschiedener Ordnungen scheinen mir immerhin dafür zu sprechen, obschon es ja nicht ausgeschlossen wäre, dass eine Unterabteilung von *Dictyophyllum* eben durch diese Merk-

male könnte charakterisiert sein. Dazu kommt aber noch die bedeutende Verschiedenheit in der Grösse der Sporangien. Während nämlich die Sporangien von *Dictyophyllum* (Nathorst, 06) einen Durchmesser von etwa 0,4—0,6 Millimeter haben, beträgt derselbe bei *Thaumatopteris Schenki* nur 0,20—0,25 Millimeter, und der ganze Sorus ist also bei dieser nur etwa doppelt so gross wie ein einzelnes Sporangium vom *Dictyophyllum*. Schon Schenk (l. c.) hat übrigens hervorgehoben, dass die Sporangien der *Thaumatopteris Brauniana* kleiner als diejenigen vom *Dictyophyllum Münsteri* sind.

Ich glaube also nicht, dass es zweckmässig war, wenn Zeiller (03) seinerzeit unsere Art (*Th. Schenki*) unter *Dictyophyllum* aufführte, wobei allerdings zu bemerken ist, dass die Sporangien von *Dictyophyllum* und von *Thaumatopteris* damals nicht so vollständig bekannt waren wie heute.

Von *Th. Brauniana* weicht die vorliegende Art, wie schon oben erwähnt, durch die Kerbung der Fiedersegmente ab. Diese Segmente sind übrigens bei *Th. Brauniana* gewöhnlich länger und mitunter an der Spindel etwas mehr von einander entfernt gestellt. Die Nervatur der beiden Arten ist ziemlich dieselbe.

Popp hat wie schon erwähnt leider keine Abbildung der von ihm beschriebenen Exemplare veröffentlicht, und auf diese Weise sind Schenks Abbildung auf seiner Tafel 19, Fig. 1 und diejenige Raciborskis auf seiner Taf. 2, Fig. 23 (Raciborski 92) — also nur zwei Fiederbruchstücke — die einzigen, die bis jetzt vorliegen. Im hiesigen Museum finden sich gut erhaltene Exemplare von Jägersburg bei Forchheim, die ich seiner Zeit von Schenk und von v. Zittel bekommen habe, darunter auch ein von Popp selbst bestimmtes Exemplar. Die von Popp gegebene Beschreibung ist durchaus zutreffend. »Von der *Thaumatopteris Münsteri*», so heisst es bei ihm, »ist sie [*Th. Brauniana*] jedoch nach Art verschieden, denn sie hat nicht fiederspaltige, sondern wirklich gefiederte Wedel, deren Fiederchen mit ganzer Basis an die Spindel angeheftet sind, und an der Oberfläche derselben längs einer Spindelrinne sitzen und sich herablaufend berühren. Die Fiederchen stehen wagerecht von der Spindel ab, sind lineal mit schwacher Spitze, und weit gedrängter als die der *Th. Münsteri*. Auch ist sie weit grösser und von strafferer Beschaffenheit; ihre Wedel besitzen Fiedern von zwei bis drei Fuss Länge und die Fiederchen werden namentlich am breitesten Teile der Fiedern vier bis fünf Zoll und darüber lang, gegen die Spitze an Länge schneller, nach der Basis zu aber nur allmählig darin abnehmend, wodurch der Umriss der Fiedern selbst lanzettlich keilförmig und spitz erscheint». . .

»Die Sporangien sind über die ganze untere Seite zerstreut sitzend, und von einem vollständigen vielgliederigen Ringe eingefasst» . . .

»Dieses Farrenkraut ist unter allen bekannten fossilen Arten zweifelsohne die schönste Form; man stelle sich fingerig-gefiederte Wedel vor, eine Form, die als sich in dieser geologischen Periode besonders oft wiederholend die vorherrschendste unter den Farren derselben gewesen zu seyn scheint; und Wedel, deren Fiedern von einer so stattlichen Grösse sind, und man wird bei so auffallendem Habitus des ganzen Gewächses das Imponirende dieses Riesenfarrens nicht verkennen.»

Es ist unter solchen Umständen zu bedauern, dass keine andere Abbildung der Exemplare aus Franken als die des kleinen Fragments bei Schenk vorhanden ist. Dies

Fragment scheint übrigens von einem fertilen Exemplar zu stammen; mir liegt ein ganz ähnliches vor, wo die Sori ziemlich weit von einander gestellt zu sein scheinen.

Von anderen Arten scheint mir *Dictyophyllum Fuchsi* Zeiller (03) aus Tonkin *Thaumatopteris Brauniana* sehr nahe zu kommen, ja so nahe, dass man sogar die Identität beider mutmassen könnte. Und ganz wie Popp *Thaumatopteris Brauniana* gegenüber bemerkt, »bisweilen sind jedoch die Fiederchen nicht ganzrandig sondern sägig gezähnt, wie bei *Th. Münsteriana*, var. γ *longissima* Göppert», so sagt Zeiller von einem Exemplar mit bis 13 Centimeter langen Fiedersegmenten von *Dictyophyllum Fuchsi*, dass eines desselben »apparait pourvu un peu delà de son milieu, de lobes latéraux arrondis, plus ou moins saillants, tout à fait analogues à ceux que Goeppert a signalés sur le *Dict. Münsteri* (*Thaumatopteris Münsteri* var. *longissima* Göppert)».

Eine eingehende Vergleichung der Pflanze von Tonkin mit Exemplaren von *Th. Brauniana*, würde wohl die Richtigkeit oder Unrichtigkeit meiner Vermutung eruieren können.

Im Anschluss an Vorstehendes sei bemerkt, dass möglicherweise auch eine der erwähnten Varietät (*longissima*) entsprechende Form von *Thaumatopteris Schenki* vorkommt. Einige beinahe *Pecopteris*-ähnliche Fragmente (Taf. 1, Fig. 10), deren Nervatur jedoch die Zugehörigkeit zur betreffenden Pflanze beweist, scheinen nämlich in der Tat als Fiedersegmente derselben gedeutet werden zu müssen. Da es aber nicht völlig ausgeschlossen ist, dass sie möglicherweise statt dessen Fragmente junger Fiedern darstellen, kann eine endgültige Deutung derselben nicht durchgeführt werden.

V o r k o m m e n. *Thaumatopteris Schenki* ist, wie schon erwähnt, in der nach derselben genannten pflanzenführenden Zone bei S t a b b a r p häufig und ist dazu von den pflanzenführenden Ablagerungen entsprechenden Alters bei H e l s i n g b o r g und H ö g a n ä s von mir beschrieben worden. Auch von P å l s j ö habe ich ein schlecht erhaltenes Exemplar beschrieben. Im Sandstein von H ö r ist die Art ebenfalls gefunden worden. Ausser von Schweden ist sie auch aus Bornholm, Franken und Polen bekannt.

Literatur-Liste.

Göppert, H. R. (41). Die Gattungen der fossilen Pflanzen. Bonn 1841—46. 4:o.

Hjorth, A. Vellengsbyleret og dets Flora. Danmarks Geolog. Undersøgelse. 2 R. N:o 10. Kjøbenhavn 1899.

Möller, Hj. Bidrag till Bornholms fossila flora. Pteridofyter. Lunds Univ. Årsskrift. Bd. 38, afd. 2, n:o 5. Lund 1902.

Nathorst, A. G. (76). Bidrag till Sveriges fossila flora. [1]. Växter från rätiska formationen vid Pålsjö i Skåne. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd 14. N:o 3. Stockholm 1876.

——, (78: 1). Bidrag till Sveriges fossila flora. 2. Floran vid Höganäs och Helsingborg. Ibidem. Bd. 16. N:o 7. Stockholm 1878. Auch in Sveriges Geolog. Undersökn. Ser. C. N:o 29.

——, (78: 2). Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. Über einige rhätische Pflanzen von Pålsjö in Schonen. Stuttgart 1878. 4:o.

——, (80). Om de växtförande lagren i Skånes kolförande bildningar och deras plats i lagerföljden. Geolog. Fören. i Stockholm Förhandlingar, 5 (1880—81). Auch in Sveriges Geol. Undersökn. Ser. C. N:o 44.

——, (85). Beskrifning till kartbladet Trolleholm. Ibidem. Ser. Aa N:o 87. Stockholm 1885.

——, (04). Siehe Törnebohm & Hennig.

——, (06). Über *Dictyophyllum* und *Camptopteris spiralis*. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 41. N;o 5. Uppsala & Stockholm 1906.

Popp, O. (63). Der Sandstein von Jägersburg bei Forchheim und die in ihm vorkommenden fossilen Pflanzen. Neues Jahrb. f. Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Jahrg. 1863. Stuttgart 1863.

Raciborski, M. (91). Flora retycka polnocnego stoku gór swietokrzyskich. Rozprawy Wydz. mat. przyrod. Akad. Umiej. w Krakowie. T. 23. Krakow 1891. (Resumé in deutscher Sprache in Anz. d. Akad. d. Wissensch. in Krakau. Febr. 1891).

——, (92). Przyczynek do flory retyckiej Polski. Ibidem. T. 22. Krakow 1892. (Resumé in deutscher Sprache in Anz. etc. December 1891).

Schenk, A. (66). Die fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens. Wiesbaden 1866—67. 4:o.

Törnebohm, A. E. och Hennig, A. Beskrifning till blad 1 & 2. Sveriges Geolog. Undersökn. Ser. A 1, a. Stockholm 1904.

Zeiller, R. (03). Flore fossile des gites de charbon du Tonkin. Atlas 1902, Texte 1903. Paris. 4:o.

Tafelerklärungen.

Wenn nicht anders gesagt ist, sind die Figuren in natürlicher Grösse wiedergegeben.

TAFEL 1.

Thaumatopteris Schenki Nathorst.

Fig. 1. Grosses Exemplar eines gestielten Blattes, von welchem vier Fiedern sichtbar sind.
» 2. Blattstiel mit der Basis von vier Fiederspindeln; die beiden schwarzen (verkohlten) Partien an jeder Seite, deuten die Lage der beiden Gabeläste des Stieles an.
» 3. Zusammengedrücktes junges Blatt, das die Verzweigung der Gabeläste zeigt.
» 4, 5. Ähnlich dem vorigen; die beiden Seiten desselben Steinstücks.
» 6, 7. Junge Exemplare.
» 8. Fragment des Blattstiels, mit dem unteren Teil von drei Fiedern.
» 9. Abdrücke des unteren Teils von vier Fiedern.
» 10. Fiedersegmente? mit ungewöhnlich tiefen Einschnitten
» 11. Gabelast mit den Basalteilen von fünf Fiedern.

Rhizomopteris.

Fig. 12. a und b Abdrücke der Oberseite von zwei mutmasslichen Gabelästen desselben Rhizoms.

TAFEL 2.

Thaumatopteris Schenki Nathorst.

Fig. 1. Der unterere Teil von vier Fiedern, die allmähliche Verändrung in der Form der Fiedersegmente darstellend.
» 2. Unterer Teil einer Fieder.
» 3. Die Unterseite von sieben kreisförmig gestellten Fiedern.
» 4—8. Teile verschiedener Fiedern, die Variation in der Länge und Kerbung der Fiedersegmente zeigend.
» 9, 10. Teile von Fiedern in der Nähe der Spitze.
» 11—14. Teile von Fiedern, deren Segmente etwas zusammengezogen sind, und deshalb mehr weniger ganzrandig erscheinen.
» 15. Teil eines Fiedersegmentes in zweifacher Grösse um die Nervatur zu zeigen.
» 16. Sorus von 9 Sporangien; etwa $^{20}/_{1}$.
» 17. Einzelnes Sporangium; etwa $^{50}/_{1}$.
» 18. Sorus von 9 Sporangien, dessen Wände aufgelöst sind, so dass die Sporen blossgelegt wurden. Etwa $^{75}/_{1}$

Tryckt den 23 januari 1907.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Th. Ekblom del

Ljustryck J. Cederquist Sthlm

Th. Ekblom 1-14, 17; C. Hedelin 15, 16 del

Ljustryck J. Cederquist Sthlm

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 4.

MESURES DE L'INTENSITÉ

DE

LA RADIATION SOLAIRE

FAITES À UPSALA EN 1901

PAR

J. WESTMAN

AVEC 1 FIGURE DANS LE TEXTE

COMMUNIQUÉ LE 5 DÉCEMBRE PAR H. E. HAMBERG ET N. EKHOLM

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE H. LE SOUDIER
174 BOULEVARD S:T GERMAIN

JUL 8 1907

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 4.

MESURES DE L'INTENSITÉ

DE

LA RADIATION SOLAIRE

FAITES À UPSALA EN 1904

PAR

J. WESTMAN

AVEC 1 FIGURE DANS LE TEXTE

COMMUNIQUÉ LE 5 DÉCEMBRE PAR H. E. HAMBERG ET N. EKHOLM

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

I. Introduction.

La détermination de l'intensité calorifique de la radiation solaire soit à la surface de la terre, soit à différentes altitudes, est d'un grand intérêt pour la météorologie, puisque tous les mouvements importants de l'atmosphère terrestre doivent être attribués à cette source commune d'énergie. En passant par l'atmosphère terrestre, la radiation solaire subit un affaiblissement d'intensité dû à la diffusion et à l'absorption. La partie interceptée varie avec la quantité d'eau plus ou moins grande contenue dans l'atmosphère à l'état solide, liquide ou gazeuse, ou bien encore à mesure que les couches inférieures de l'atmosphère sont plus ou moins chargées de poussière, de fumée, de gaz de combustion etc. En admettant que l'intensité calorifique de la radiation solaire soit à peu près constante à la limite supérieure de l'atmosphère, on peut en conclure que l'intensité de la radiation doit varier à la surface de la terre selon la quantité de l'eau et des impurités de l'atmosphère. Il faut donc à priori s'attendre à trouver l'intensité de la radiation solaire varier d'un point à l'autre de la surface terrestre à la même hauteur apparente du soleil. Quant à ces variations et à leurs limites maxima et minima à un lieu particulier, il faut les déterminer empiriquement par une série de mesures suffisamment complètes. Afin de connaître la répartition de l'intensité calorifique de la radiation solaire à la surface de la terre, il est nécessaire de faire de telles mesures sur un grand nombre de points différents. Jusqu'à présent, on n'a que peu de mesures de cette espèce.

Les mesures données ci-dessous ont été faites à Upsala en 1901. Le lieu d'observation est situé à 59° 51′.3 de latitude nord et à $1^h\ 10^m\ 31^s$ de longitude est de Greenwich. Le pyrhéliomètre était placé à une hauteur de 15.7 m au-dessus du sol et de 40 m au-dessus du niveau de la mer. Je tiens à remercier ici tout particulièrement M. le Professeur K. Ångström, qui, pour ces mesures, a bien voulu mettre à ma disposition une chambre dans la tourelle de l'Institut de Physique.

Pour mesurer l'intensité de la radiation solaire, on doit choisir, si possible, un lieu d'observation éloigné des grands centres populeux, afin d'éviter un affaiblissement local de l'énergie par suite de l'absorption causée par la poussière et les produits de combustion qui en émanent. Les mesures actuelles ont été faites dans un parc situé au sud de la ville et où les maisons d'habitation sont assez rares. A plu-

sieurs reprises, et surtout pendant l'hiver, par un temps calme ou par un vent faible, j'ai pu constater un affaiblissement de l'intensité de la radiation solaire dû à la fumée des cheminées et à la vapeur d'eau condensée qui s'échappaient de la ville, tandis que le vent fort, au contraire, balayait en grande partie les produits de combustion de manière à rendre la couche la plus basse de l'atmosphère plus pure que par les temps d'accalmie. Quand le ciel était le plus clair et qu'il n'y avait pas de voiles minces de nuage autour du soleil, les variations accidentelles de l'énergie mesurée étaient petites. On peut inférer de là que les perturbations causées par le voisinage de la ville ont été petites aussi, et que, si les valeurs trouvées sont nécessairement un peu plus petites que si le lieu d'observation avait été éloigné de quelques kilomètres de la ville, cet affaiblissement de l'énergie ne dépasse pas, en général, une centième de l'intensité mesurée. En cas d'exception l'affaiblissement a été plus important, comme on le verra dans ce qui va suivre (Tableau 4).

Les mesures n'ont été effectuées que lorsque la partie du ciel environnant le soleil a été libre de voiles de Ci. et de Ci.-S., visibles à l'œil nu. Dès que, au cours des mesures, de tels voiles ont été observés, j'ai en général suspendu le travail, ou bien j'ai marqué d'un astérisque les valeurs obtenues.

2. Instruments de mesure.

Toutes les mesures de l'intensité calorifique de la radiation solaire ont été effectuées au moyen d'un pyrhéliomètre de compensation électrique d'Ångström n° XIV. Pour mesurer l'intensité du courant compensant, j'ai employé un milliampère-mètre de précision de Siemens & Halske n° 34396, et pour déterminer l'égalité de la température des bandes absorbantes du pyrhéliomètre, je me suis servi d'un galvanomètre apériodique du type d'Arsonval. Ces instruments sont les mêmes dont je me suis servi en 1899 et en 1900 pour mesurer l'intensité calorifique de la radiation solaire à la baie de Treurenberg, Spitzberg ($\varphi = 79° \ 55'.1$ et $\lambda = 1^h \ 7^m \ 26^s$ est de Greenwich).[1]

Pour ce qui concerne le principe de la méthode de mesure, je renvoie aux ouvrages de M. Ångström.[2] On trouve dans mon mémoire qui vient d'être cité la description du pyrhéliomètre employé. L'intensité calorifique Q de la radiation solaire se calcule d'après la formule

$$Q = 72{,}6 \, . \, r \, . \, i^2 \text{ gramme-calories par minute et par cm}^2 \tag{1}$$

où i est l'intensité du courant compensant en ampères et qu'on a

$$r = 0.3417 \ (1 + 0.00325 \, t) \ (1 + 0.48 i^2) \text{ ohm.} \tag{2}$$

[1] WESTMAN, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites en 1899 et en 1900 à la station d'hivernage suédoise à la baie de TREURENBERG, SPITZBERG (Missions sc. pour la mesure d'un arc de méridien au SPITSBERG, Stockholm 1903).

[2] ÅNGSTRÖM, KNUT: Ueber absolute Bestimmungen der Wärmestrahlung mit dem elektrischen Compensationspyrheliometer (Ann. der Physik und Chemie, Bd. 67, 1899). — Intensité de la radiation solaire à différentes altitudes. Recherches faites à Ténériffe 1895 et 1896 (Nova Acta Reg. Soc. sc. Ups., Upsala 1900).

Ces constantes sont les mêmes que celles dont je me suis servi en calculant la série des mesures pyrhéliométriques de Treurenberg.

La correction du milliampère-mètre n° 34396 a été déterminée par comparaison avec un voltamètre à azotate d'argent aux traits de division 60, 80, 100 et 120 de l'échelle (Tableau 1). Afin de déterminer la variation de cette correction avec la

Tableau 1. — Correction $\triangle s$ du milliampère-mètre n° 34396.

Date, 1901	Trait de division du milliampère-mètre								Nombre de mesures
	60		80		100		120		
	$\triangle s$	t	$\triangle s$	t	$\triangle s$	t	$\triangle s$	t	
Juin 5	—	—	—	—	+ 0.72	+ 20°.0	—	—	3
Oct. 2	—	—	—	—	+ 0.56	+ 18.0	—	—	3
8	—	—	+ 0.21	+ 10°.6	+ 0.15	+ 10.6	— 0.01	+ 10°.4	1
9	—	—	+ 0.43	+ 15.9	+ 0.57	+ 16.3	+ 0.11	+ 14.8	1
10	—	—	+ 0.67	+ 25.9	+ 0.51	+ 25.5	+ 0.46	+ 23.6	1
12	+ 0.51	+ 11°.1	—	—	—	—	—	—	1
13	+ 0.46	+ 10.5	—	—	—	—	—	—	1
14	+ 0.64	+ 15.0	—	—	—	—	—	—	1
	+ 0.77	+ 20.0	—	—	—	—	—	—	3

température, je plaçai le milliampère-mètre n° 34396 dans une boîte de zinc à parois doubles, de façon à pouvoir maintenir l'instrument à une température constante au moyen de bains convenables. Un autre milliampère-mètre, invariablement maintenu à la température de la chambre, était introduit dans le même circuit électrique. La correction totale du milliampère-mètre n° 34396 à des températures différentes se

Tableau 2. — Valeur de la correction $\triangle s$ du milliampère-mètre n° 34396 à différentes températures.

Température	Trait de division du milliampère-mètre					
	60	70	80	90	100	110
— 5°	— 0.10	— 0.30	— 0.49	— 0.50	— 0.50	— 0.75
± 0	+ 0.09	— 0.09	— 0.27	— 0.25	— 0.23	— 0.42
+ 5	+ 0.29	+ 0.12	— 0.04	— 0.02	± 0.00	— 0.16
+ 10	+ 0.47	+ 0.33	+ 0.18	+ 0.20	+ 0.23	+ 0.09
+ 15	+ 0.64	+ 0.52	+ 0.40	+ 0.43	+ 0.46	+ 0.31
+ 20	+ 0.75	+ 0.66	+ 0.56	+ 0.61	+ 0.65	+ 0.49
+ 25	+ 0.81	+ 0.73	+ 0.66	+ 0.71	+ 0.75	+ 0.62
+ 30	+ 0.82	+ 0.77	+ 0.71	+ 0.76	+ 0.81	+ 0.68

trouve dans le Tableau 2. Ces valeurs de la correction diffèrent un peu des valeurs dont je me suis servi en calculant les mesures de Treurenberg[1]. La différenee, qui n'a pas d'importance, est causée par de nouvelles mesures de la correction faites en octobre 1901. (Tableau 1).

[1] Westman, J.: l. c., p. 9, Tab. 4.

Le milliampère-mètre n'étant pas muni d'un thermomètre indiquant la température de l'intérieur de l'instrument, j'ai mesuré la température de l'air ambiant. L'instrument étant placé à l'abri de la radiation solaire directe, l'incertitude de la température mesurée ne peut introduire qu'une erreur insignifiante dans l'intensité calculée du courant compensant.

Dans toutes les mesures de l'intensité de la radiation solaire un shunt d'une résistance de 1 ohm a été placé en dérivation sur les bornes du milliampère-mètre. La résistance intérieure de l'instrument étant également 1 ohm, l'intensité du courant qui passe par les bandes absorbantes du pyrhéliomètre est deux fois plus grande que celle qu'indique l'aiguille du milliampère-mètre. A la détermination de la correction de la température, le milliampère-mètre a été muni de ce même shunt.

3. Mesures.

Toutes les mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901 sont consignées dans le Tableau I de l'Appendice. Elles ont été faites de la façon suivante. Le pyrhéliomètre est dirigé de sorte que la radiation incidente est normale aux deux bandes absorbantes, puis on ferme le circuit qui passe par les thermoéléments attachés aux bandes absorbantes et par le galvanomètre et on lit la position d'équilibre du miroir du galvanomètre. L'une b_1 des deux bandes absorbantes est ombragée et en même temps introduite dans un circuit passant par le milliampère-mètre, tandis que l'autre bande b_2 reste exposée à la radiation solaire. L'intensité du courant compensant est modifiée de manière que le miroir du galvanomètre reprenne la position ancienne d'équilibre. Soit alors s_1 la position de l'aiguille de l'ampère-mètre. L'autre bande b_2 est ombragée à son tour et enfin la bande b_1 de nouveau. Soit s_2 et s'_1, respectivement les positions de l'aiguille de l'ampère-mètre, lorsque l'intensité du courant compensant, passant par la bande ombragée, est réglée de façon que le miroir du galvanomètre soit revenu à la position d'équilibre. La signification de s, donnée dans le Tableau I de l'Appendice, est définie par l'expression

$$s = \frac{s_1 + 2\,s_2 + s'_1}{4} \tag{3}$$

Immédiatement après avoir noté la position s_2 de l'aiguille du milliampère-mètre, j'ai inscrit l'heure de l'observation et la température t de l'intérieur du pyrhéliomètre. Ces opérations et ces lectures diverses font une seule mesure de l'intensité de la radiation solaire. Ordinairement, je faisais cinq mesures de suite, après quoi je notais la température θ du milliampère-mètre, la nébulosité et l'aspect du ciel autour du soleil.

Soit i amp. la valeur moyenne de l'intensité du courant compensant dans les deux bandes absorbantes, alors on peut mettre $i = 2\,(s + \triangle s)$, $\triangle s$ étant la correction

du milliampère-mètre (Tableau 2). La résistance r se calcule selon la formule (2) et, enfin, la radiation Q, selon la formule (1).

Une série de cinq mesures se faisait en général en 12 minutes environ. Les mesures particulières de chaque série ont été réunies en valeurs moyennes dans le Tableau II de l'Appendice. La hauteur apparente h du soleil correspond à l'heure moyenne de la série. Pour calculer le chemin m que la radiation a dû parcourir en passant par l'atmosphère terrestre, je me suis servi de la formule de Lambert à laquelle j'ai ajouté le facteur $\frac{H}{760}$ afin de réduire m à la pression atmosphérique normale. On a ainsi

$$m = \frac{H}{760}\left(\sqrt{1 + 2r + r^2 \sin^2 h} - r \sin h\right) \text{ atmosphères} \tag{4}$$

où h désigne la hauteur apparente du soleil, et r le rapport du rayon terrestre à la hauteur de l'atmosphère. D'après M. Zenker, j'ai mis $r = 1000$ [1]. Q représente la valeur moyenne de l'intensité de la radiation solaire et Q_0 la valeur de Q réduite à la distance moyenne du soleil. J'ai essayé de tenir compte de l'aspect du ciel par une échelle à trois degrés, désignés par les chiffres 1, 2 et 3, dont voici la signification:

1 = ciel un peu voilé autour du soleil
2 = ciel blanchâtre autour du soleil
3 = ciel dégagé et d'un bleu foncé autour du soleil.

La nébulosité a été observée lors des mesures de la radiation, comme je l'ai dit plus haut. J'ai désigné par n le nombre des mesures particulières de chaque série. Au Bulletin météorologique mensuel de l'Univ. d'Upsal j'ai emprunté les indications sur la pression atmosphérique, réduite au niveau du pyrhéliomètre, la température et l'humidité de l'air, et enfin la direction et la vitesse du vent.

Les mesures sont réparties sur les mois différents de la manière suivante

Mois, 1901	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Année
Nombre des mesures	130	119	188	84	9	82	155	106	191	24	66	50	1204
Nombre des séries	27	24	38	17	3	18	32	23	42	6	14	12	256
Nombre des jours de mesure	7	5	8	7	3	9	12	10	14	3	10	3	91

Le ciel était presque constamment couvert de voiles de Ci. et de Ci.-S. en mai, et de couches de nuages inférieurs en octobre ce qui m'a empêché de relever pour ces mois un nombre plus grand de mesures.

Je prie M. le Dr. A.-M. Jansson d'agréer mes remercîments sincères pour sa complaisance d'avoir bien voulu se charger de relever les mesures les 30 octobre—29 novembre.

[1] Zenker, W.: Die Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche, Berlin 1888, p. 29.

4. Erreurs probables des mesures.

Les erreurs systématiques de la série des mesures de la radiation solaire consignées dans les Tableaux I et II de l'Appendice sont dues aux erreurs qu'impliquent, d'une part, la détermination des constantes du pyrhéliomètre étalon n° II, à l'aide duquel on a fixé les constantes du pyrhéliomètre n° XIV employé pour ces mesures, et, de l'autre, la détermination de la correction de l'ampère-mètre à des températures différentes (Tableaux 1 et 2). L'influence des erreurs des constantes du pyrhéliomètre étalon n° II ne doit pas dépasser 1.3 centièmes de Q.[1] La détermination des constantes du pyrhéliomètre n° XIV n'a pas augmenté d'une façon appréciable cette erreur systématique, le nombre des comparaisons s'élevant à 37.[2] Des mesures données dans le Tableau 1 il résulte que l'erreur de la correction $\triangle s$ de l'ampère-mètre (Tableau 2) est inférieure à 0.10 milliamp., ce qui entraîne pour Q une erreur qui, en général, n'atteint pas 0.2 pour cent. Ainsi, l'erreur systématique de toute la série de ces mesures de Q ne doit pas dépasser 1.5 pour cent.

Tableau 3. — Erreurs moyennes probables E_1 d'une mesure particulière de Q et E_2 de la valeur moyenne de Q.

Date	Heure	Q	E_1	E_2	$100.\frac{E_1}{Q}$	$100.\frac{E_2}{Q}$	Date	Heure	Q	E_1	E_2	$100.\frac{E_1}{Q}$	$100.\frac{E_2}{Q}$
1901		cal.	cal.	cal.			1901		cal.	cal.	cal		
Janv. 11	0h 25m s.	0.6794	0.0030	0.0014	0.44	0.21	Févr. 7	0h 45m s.	1.0424	0.0025	0.0011	0.24	0.11
	0 42 s.	0.6670	0.0020	0.0009	0.30	0.13	14	11 53 m.	1.1340	0.0009	0.0004	0.08	0.04
13	11 44 m.	0.8538	0.0053	0.0022	0.62	0.26		0 9 s.	1.1383	0.0007	0.0003	0.06	0.03
	Midi	0.8629	0.0012	0.0005	0.14	0.06		0 26 s.	1.1385	0.0014	0.0006	0.12	0.05
	0h 19m s.	0.8537	0.0019	0.0008	0.22	0.09		0 43 s.	1.1297	0.0016	0.0007	0.14	0.06
	0 39 s.	0.8431	0.0027	0.0012	0.32	0.14	Mars 12	0 4 s.	1.1748	0.0037	0.0017	0.31	0.14
14	11 40 m.	0.8800	0.0036	0.0016	0.41	0.18	14	*Midi	1.1392	0.0116	0.0052	1.02	0.45
	11 59 m.	0.8877	0.0020	0,0009	0.23	0.10	15	Midi	1.2069	0.0030	0.0013	0.25	0.11
	0 26 s.	0.8883	0.0013	0.0006	0.15	0.07	19	11h 23m m.	1.2761	0.0032	0.0014	0.25	0.11
17	11 49 m.	0.9793	0.0015	0.0007	0.15	0.07		11 48 m.	1.2954	0.0065	0.0029	0.51	0.22
	0 5 s.	0.9814	0.0026	0.0012	0.27	0.12		0 1 s.	1.3098	0.0038	0.0017	0.29	0.13
23	11 23 m.	0.9530	0.0026	0.0012	0.27	0.13	20	0 5 s.	1.3231	0.0032	0.0014	0.24	0.11
	11 43 m.	0.9620	0.0013	0.0006	0.14	0.06	21	0 4 s.	1.2893	0.0074	0.0033	0.57	0.26
	0 3 s.	0.9665	0.0018	0.0008	0.19	0.08	22	0 18 s.	1.2777	0.0052	0.0023	0.41	0.18
	0 21 s.	0.9490	0.0021	0.0009	0.22	0.09	Avril 5	11 52 m.	1.3231	0.0038	0.0017	0.29	0.13
30	11 26 m.	0.9393	0.0070	0.0031	0.75	0.33		0 6 s.	1.3124	0.0039	0.0019	0.30	0.14
	*11 51 m.	0.9118	0.0228	0.0102	2.50	1.12	18	11 52 m	1.3501	0.0050	0.0022	0.37	0.16
Févr. 2	11 16 m.	0.7679	0.0026	0.0012	0.34	0.16		0 14 s.	1.3511	0.0014	0.0006	0.10	0.04
7	11 35 m.	1.0636	0.0058	0.0029	0.55	0.27	19	0 37 s.	1.3546	0.0024	0.0011	0.18	0.08
	0 13 s.	1.0768	0.0008	0.0003	0.07	0.03	25	0 5 s.	1.3208	0.0116	0.0047	0.88	0.36
	0 33 s.	1.0595	0.0043	0.0019	0.41	0.18	Mai 15	0 42 s.	1.2142	0.0039	0.0017	0.32	0.14

[1] ANGSTRÖM, KNUT: Ueber absolute Bestimmungen der Wärmestrahlung etc. (Ann. der Physik und Chemie, Bd. 67, 1899, p. 642).

[2] WESTMAN, J.: l. c., p. 6, Tab. 1.

Tableau 3. — Erreurs moyennes probables E_1 d'une mesure particulière de Q et E_2 de la valeur moyenne de Q. (Suite.)

Date	Heure	Q	E_1	E_2	$100.\frac{E_1}{Q}$	$100.\frac{E_2}{Q}$	Date	Heure	Q	E_1	E_2	$100.\frac{E_1}{Q}$	$100.\frac{E_2}{Q}$
1901		cal.	cal.	cal.			1901		cal.	cal.	cal.		
Mai 31	$0^h 44^m$ s.	1.1363	0.0118	0.0068	1.04	0.60	Sept. 6	$0^h 23^m$ s.	1.2672	0.0011	0.0006	0.09	0.05
Juin 1	0 41 s.	1.2973	0.0052	0.0023	0.38	0.18	23	0 7 s.	1.1130	0.0003	0.0001	0.03	0.01
15	0 17 s.	1.2922	0.0027	0.0012	0.21	0.09	24	0 30 s.	1.1111	0.0002	0.0001	0.02	0.01
21	0 10 s.	1.3109	0.0069	0.0031	0.52	0.24	27	0 18 s.	1.0561	0.0004	0.0002	0.04	0.02
24	0 42 s.	1.2407	0.0032	0.0018	0.26	0.15	Oct. 1	0 12 s.	0.9636	0.0003	0.0001	0.03	0.01
Juillet 3	0 35 s.	1.3519	0.0037	0.0017	0.27	0.13	30	0 40 s.	1.0255	0.0003	0.0001	0.03	0.01
9	11 12 m.	1.2977	0.0025	0.0011	0.19	0.08	Nov. 1	0 31 s.	1.0568	0.0003	0.0001	0.03	0.01
	0 2 s.	1.2929	0.0013	0.0006	0.10	0.05	8	0 34 s.	1.0674	0.0002	0.0001	0.02	0.01
11	0 14 s.	1.3308	0.0011	0.0005	0 08	0.04	10	0 36 s.	1.0214	0.0039	0.0017	0.38	0.17
12	0 9 s.	1.2349	0.0019	0.0008	0.15	0.06	12	0 31 s.	1.0362	0.0031	0.0014	0.30	0.14
19	0 1 s.	1.2202	0.0013	0.0006	0.11	0.05	20	0 27 s.	0.9305	0.0005	0.0003	0.05	0.03
20	0 4 s.	1.1967	0.0054	0.0024	0.45	0.20	21	0 12 s.	0.9457	0.0063	0.0028	0.67	0.30
23	0 1 s.	1.1561	0.0011	0.0005	0.10	0.04	23	0 26 s.	0.8746	0.0022	0.0009	0.25	0.10
26	0 17 s.	1.2325	0.0032	0.0014	0.26	0.11		0 46 s.	0.8643	0.0037	0.0017	0.42	0.20
Août 1	11 59 m.	1.2821	0.0003	0.0001	0.02	0.01	29	0 29 s.	0.8960	0.0002	0.0001	0.02	0.01
2	0 3 s,	1.2901	0.0003	0.0001	0.02	0.01	Déc. 8	0 12 s.	0.7763	0.0002	0.0001	0.03	0.01
6	0 37 s.	1.2978	0.0001	0.0001	0.01	0.01	23	11 45 m.	0.6978	0.0002	0.0001	0.03	0.01
9	0 16 s.	1.2091	0.0026	0.0011	0.22	0.09		11 59 m.	0.7081	0.0056	0.0025	0.79	0.35
28	0 26 s.	1.2417	0.0003	0.0001	0.02	0.01		0 24 s.	0.7087	0.0088	0.0039	1.24	0.55
Sept. 4	0 19 s.	1.3021	0.0034	0.0020	0.26	0.15		0 57 s.	0.6403	0.0011	0.0006	0.17	0.09

* absorption locale.

Quant à l'importance des erreurs accidentelles, on peut s'en rendre compte en consultant le Tableau 3. L'expérience démontre que, pendant l'été, l'intensité de la radiation solaire ne varie que très peu entre 11^h m. et 1^h s., si le ciel demeure libre de voiles de nuage autour du soleil. Pendant le temps nécessaire pour effectuer une série de cinq mesures, soit 12 minutes environ, la variation de Q due à la variation de la hauteur du soleil est insignifiante. S'il y a néanmoins des différences entre les valeurs particulières de Q, elles proviennent principalement d'erreurs d'observation. On trouve dans le Tableau 3 l'erreur probable E_1 de chaque mesure particulière, et l'erreur probable E_2 de la valeur moyenne des mesures particulières de chaque série. Il en résulte que l'erreur accidentelle probable est presque négligeable, même pendant les mois d'hiver. Comme valeur moyenne pour toute l'année, on a $E_1 = 0.0031$ et $E_2 = 0.0013$ cal., soit 0.29 respectivement 0.13 pour cent de Q.

Quelques mesures du 30 janvier, du 18 février et du 14 mars (Tableau 4) font voir l'absorption possible de la radiation solaire causée par les fumées et les gaz de combustion provenant de la ville. La quantité $100.\frac{E_2}{Q}$ est, en moyenne, égale à 0.57 d'après le Tableau 4, tandis que, d'après le Tableau 3, elle ne monte qu'à 0.13.

Les variations accidentelles de l'intensité de la radiation solaire étaient donc quatre fois plus grandes pendant ces trois journées que pendant tout le temps d'observation. On trouvera aussi dans le Tableau 4 une estimation de l'importance de l'absorption locale de la radiation. L'affaiblissement s'élève dans un cas isolé jusqu'à 11 centièmes de la valeur normale de la radiation pour la même époque. Le 30 janvier, la fumée et la vapeur d'eau condensée étaient tellement épaisses qu'elles formaient au-dessus du lieu d'observation comme une couche distincte de brouillard, comme l'indiquent les Remarques de l'Appendice. Par un temps calme, les fumées de la ville avaient une tendance à s'amasser de manière à causer une absorption considérable, mais lorsque la force du vent s'élevait à 3 (Beaufort 0—12) ou d'avantage, cette absorption devenait insignifiante. Pendant le printemps de 1903, j'ai essayé de mesurer l'intensité de la radiation solaire à l'observatoire de Stockholm, lequelle

Tableau 4. — Diminution de l'intensité de la radiation solaire par suite de produits de combustion provenant de la ville.

Date	Heure	Q	$100 . \frac{E_2}{Q}$	Diminution
1901		cal.		p. C.
Janvier 30	$10^h 27^m$ m.	0.876	0.68	3
	10 57 m.	0.943	0.23	1
	11 26 m.	0.939	0.33	3
	11 51 m.	0.912	1.12	7
Février 18	1 1 s.	1.098	0.59	2
	1 16 s.	1.096	0.42	2
Mars 14	9 58 m.	1.062	0.24	11
	Midi	1.139	0.45	7

est situé sur une colline au milieu d'un quartier populeux de la ville, mais j'ai bientôt dû y renoncer par suite des perturbations accidentelles causées par les produits de combustion et la poussière.

Si, en 1901, j'avais été à même de faire les mesures à quelques kilomètres de distance de la ville, où les couches inférieures de l'atmosphère doivent être plus pures, il est probable qu'en valeur moyenne l'intensité de la radiation se serait montrée un peu plus grande. Pendant les trois journées dont il a été question plus haut, où l'absorption locale de l'intensité fut exceptionnellement grande, l'affaiblissement ne s'éleva, en moyenne, qu'à cinq pour cent. Il me paraît que l'affaiblissement local des valeurs moyennes mensuelles de la radiation solaire mesurée ne doit guère dépasser un pour cent. En général, l'affaiblissement dû à l'absorption locale a été inférieur à un pour cent.

5. Valeurs maxima de l'intensité de la radiation solaire.

Les valeurs maxima de l'intensité de la radiation solaire des mois différents sont insérées dans le Tableau 5. On remarquera que l'intensité passe par des maxima en avril et en juillet, et par des minima en mai et en décembre. A Upsala, la variation annuelle de $Q_{max.}$ semble dépendre de la façon suivante de la hauteur maxima journalière H du soleil et de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère. Ainsi $Q_{max.}$ atteint sa valeur minima aux environs du solstice d'hiver, où la valeur de H est petite et le chemin m que la radiation doit franchir en parcourant l'atmosphère terrestre, par conséquent, est grand. La valeur de m diminuant relativement vite quand H croît, tant que la valeur de H est petite, il s'ensuit que $Q_{max.}$ augmente relativement vite à partir du solstice d'hiver. En 1901, la valeur de $Q_{max.}$ augmenta jusque vers la fin du mois d'avril. La décroissance observée au mois de mai était due à l'absorption causée par des cristaux de glace flottant dans l'atmosphère. Dans le courant de ce mois, on observa presque continuellement des

Tableau 5. — Valeurs maxima de l'intensité de la radiation solaire mesurée à Upsala en 1901.

Date	Heure	Q	Date	Heure	Q
1901			1901		
Janvier 17	$0^h\ 2^m$ s.	0.988	Juillet 3	$0^h\ 33^m$ s.	1.358
Février 14	0 22 s.	1.141	Août 6	0 39 s.	1.300
Mars 20	0 7 s.	1.325	Septembre 2	0 58 s.	1.310
Avril 19	0 39 s.	1.359	Octobre 12	0 30 s.	1.087
Mai 15	0 42 s.	1.221	Novembre 8	0 25 s.	1.070
Juin 21	0 14 s.	1.324	Décembre 8	0 17 s.	0.780

voiles de Ci. et de Ci.-S., qui rendaient, en général, les mesures impossibles. Dans le petit nombre d'occasions, où le ciel autour du soleil paraissait assez clair pour permettre de relever des mesures de la radiation solaire, la masse de cristaux de glace de l'atmosphère aura pourtant affaibli sensiblement l'intensité de la radiation. La variation de H est lente en été et ne produit pas au solstice d'été de maximum marqué de l'intensité de la radiation. D'un autre côté, l'absorption de la radiation par l'atmosphère est plus énergique à cette époque qu'en hiver et qu'au printemps par suite de la richesse plus grande de vapeur d'eau. Ajoutons qu'en été les couches inférieures de l'atmosphère sont souvent troublées par des masses de poussière. La quantité de vapeur d'eau et de poussière de l'atmosphère étant d'ailleurs sujette à des variations accidentelles, la valeur maxima de l'intensité de la radiation peut arriver longtemps après le solstice d'été. D'une façon générale, ce maximum semble pouvoir se produire à Upsala tout aussi bien en juillet, en août et même en septembre qu'au solstice d'été. En 1901, le maximum est arrivé déjà le 3 juillet, la tension de la vapeur d'eau étant faible et le vent assez fort ayant purifié l'air cette journée.

Le Tableau 6 rend vraisemblable qu'au cap Horn, ainsi qu'à Montpellier, Kief, Kathérinenbourg et Pawlowsk, $Q_{max.}$ passe annuellement par deux maxima et deux minima marqués.[1] Les mesures relevées à Hald ont été troublées par l'absorption anomale de 1902—1903.[2] C'est donc là un phénomène qu'on retrouve sur une grande partie de la surface terrestre. Le maximum du printemps est dû à la quantité faible de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère et de cette circonstance que l'air est purifié à la suite des chutes de pluie et de neige survenues pendant l'hiver; le maximum de l'été est dû essentiellement à la hauteur maxima H du soleil. Sous les latitudes élevées, par exemple à Treurenberg, il n'y a annuellement qu'un seul maximum de l'intensité de la radiation solaire, car la variation de l'intensité occasionnée

Tableau 6. — Valeurs maxima de la radiation solaire autour de midi à des latitudes différentes.

Mois	Lieu d'observation, latitude et époque								
	Cap Horn 55° 31′ S	Ténériffe, Guimar 28° 0′ N	Montpellier 43° 36′ N	Kief 50° 24′ N	Hald 56° 23′ N	Kathérinen-bourg 56° 50′ N	Pawlowsk 59° 41′ N	Upsala 59° 51′ N	Treurenberg 79° 55′ N
	1882—83	1896	1883—1900	1888	1902—1903	1896—1898	1892—1893	1901	1899—1900
Janvier	1.47	—	1.36	—	0.75	—	0.93	0.99	0.00
Février	1.37	—	1.38	—	0.88	1.35	(1.14)	1.14	—
Mars	0.99	—	1.36	1.32	0.89	1.54	1.39	1.33	—
Avril	1.10	—	1.43	—	—	1.58	1.44	1.36	1.11
Mai	0.88	—	1.54	1.39	1.06	1.44	1.41	1.22	1.23
Juin	0.96	—	1.46	1.26	1.08	1.32	1.41	1.32	1.27
Juillet	0.93	1.42	1.42	—	1.32	1.38	1.36	1.36	1.29
Août	0.88	—	1.60	1.29	1.30	1.42	1.38	1.30	—
Septembre	1.39	—	1.43	1.27	1.23	1.38	1.41	1.31	1.08
Octobre	1.36	—	1.37	1.17	1.18	1.33	1.21	1.09	—
Novembre	1.25	—	1.36	1.11	0.80	1.26	1.08	1.07	0.00
Décembre	1.37	—	1.26	1.13	0.92	1.05	—	0.78	0.00

par la variation de la hauteur maxima H du soleil est beaucoup plus considérable que celle à laquelle donne lieu la quantité plus ou moins grande de vapeur d'eau, qui est contenue, par un temps clair, dans l'atmosphère.

On s'apercevra aussi que la valeur de $Q_{max.}$ est à Upsala inférieure à celle qu'on a trouvée à Kathérinenbourg et à Pawlowsk, bien que la différence de latitude soit petite. Cela prouve, ce me semble, que les minima mensuels de la quantité de vapeur d'eau atmosphérique sont, en général, plus élevés au-dessus du premier lieu d'observation qu'au-dessus des deux autres, ce qu'on peut présumer aussi par suite des sites géographiques. Il faut aussi se rappeler que l'été de 1901 fut exceptionnellement chaud et sec à Upsala, ce qui a dû accroître sensiblement la quantité de poussière dans l'atmosphère.

[1] Westman, J.: l. c. p. 20, Tab. 7.

[2] Holm, Ragnar: Ueber die abnorm kleine Sonnenstrahlung in den Jahren 1902 und 1903 (Arkiv för mat., astr. och fysik. Bd. 2, N:o 4. Uppsala 1905).

6. Marche diurne de l'intensité de la radiation solaire.

Dans l'analyse suivante des variations diurnes de l'intensité de la radiation solaire, je ne tiendrai compte que des jours où le ciel a été exempt de voiles de nuages autour du soleil. L'effet des variations diurnes de la vapeur d'eau et de la poussière de l'atmosphère n'étant, en général, que peu important, c'est en première ligne la hauteur du soleil qui règle la marche diurne de l'intensité de la radiation solaire. Lorsque la variation diurne de la hauteur du soleil est lente, comme par exemple en été entre 11^h m. et 1^h s., l'intensité de la radiation solaire est à peu près constante (Tableau 3). Une variation accidentelle de 1 pour cent alors est rare. Lorsque la hauteur du soleil varie plus vite, le matin et le soir, on peut, à l'aide de mesures directes, suivre l'accroissement et la diminution réguliers de l'intensité de la radiation solaire, comme il ressort du Tableau I de l'Appendice. C'est là un fait observé à Treurenberg aussi. [1] M. Crova a trouvé qu'à Montpellier la radiation subit, même par un ciel parfaitement clair, des variations continuelles de peu de durée. A en juger par un diagramme du 29 juillet 1886, ces variations peuvent s'élever, entre 11^h m. et 1^h s. jusqu'à 0.21 cal., soit 17 centièmes de l'intensité maxima, et le diagramme fait voir dans le même espace de temps sept grandes oscillations de l'intensité. La courbe relevée le 9 septembre 1886 montre, entre 11^h m. et 1^h s., des oscillations qui s'élèvent à 40 centièmes de l'intensité maxima. [2] Comme je l'ai dit plus haut, de telles oscillations de l'intensité de la radiation solaire n'ont été observées ni à Treurenberg ni à Upsala.

A l'aide des Tableaux I et II de l'Appendice, j'ai déduit les valeurs horaires de l'intensité calorifique $Q = Q(h)$ de la radiation solaire (Tableau 7). Lorsque la hauteur h du soleil est petite, la valeur de $\frac{d^2Q}{dh^2}$ est grande à midi vrai ce qui entraîne, en hiver, un maximum d'intensité marqué. En été, au contraire, la courbure de

Tableau 7. — Valeurs horaires de l'intensité de la radiation solaire.

Mois	Date	Temps local vrai											
		$9^h 0^m$ m.	$10^h 0^m$ m.	$11^h 0^m$ m.	Midi	$1^h 0^m$ s.	$2^h 0^m$ s.	$3^h 0^m$ s.	$4^h 0^m$ s.	$5^h 0^m$ s.	$6^h 0^m$ s.	$7^h 0^m$ s.	$8^h 0^m$ s.
		cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Janvier	11	—	—	—	0.691	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	0.777	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	—	—	—	0.863	0.815	0.660	—	—	—	—	—	—
	14	—	—	—	0.888	—	—	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	0.981	0.916	0.760	—	—	—	—	—	—
	23	—	—	0.930	0.967	0.918	0.790	0.380	—	—	—	—	—
	30	—	—	0.943	—	—	—	—	—	—	—	—	—

[1] Westman, J.: l. c. Tableau I, pp. 43—52.

[2] Crova, A.: Étude de l'intensité calorifique de la radiation solaire au moyen de l'actinomètre enregistreur (Annales de Chimie et de Physique, VI, t. 14, Paris 1888, p. 541).

Mois	Date	Temps local vrai											
		$9^h 0^m$ m.	$10^h 0^m$ m.	$11^h 0^m$ m.	Midi	$1^h 0^m$ s.	$2^h 0^m$ s.	$3^h 0^m$ s.	$4^h 0^m$ s.	$5^h 0^m$ s.	$6^h 0^m$ s.	$7^h 0^m$ s.	$8^h 0^m$ s.
		cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Février	2	—	—	*0.763	—	—	—	0.531	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	1.077	1.030	—	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	—	—	—	0.980	0.787	—	—	—	—	—
	14	—	1.063	1.106	1.136	1.100	—	—	—	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	1.098	1.040	0.914	0.585	—	—	—	—
Mars	1	—	—	—	—	—	*0.934	—	—	—	—	—	—
	12	—	1.106	1.136	1.175	1.190	1.186	1.094	0.896	0.540	—	—	—
	14	—	*1.062	—	*1.139	—	—	—	—	—	—	—	
	15	—	1.144	1.187	1.207	1.189	1.147	1.047	—	—	—	—	—
	19	—	1.200	1.254	1.310	1.300	1.248	1.160	1.027	0.733	—	—	—
	20	—	—	—	1.322	—	—	—	—	0.774	—	—	—
	21	—	—	—	1.289	—	—	—	—	0.750	—	—	—
	22	—	—	—	1.278	—	—	—	—	0.770	—	—	
Avril	5	—	—	—	1.318	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	0 979	0.648	—	—
	18	—	—	—	1.350	—	—	—	—	—	0.849	—	
	19	—	—	—	—	1.348	1.321	1.281	—	—	—	—	—
	25	—	—	—	1.321	—	—	—	—	—	—	—	
	26	—	—	—	—	—	1.306	1.254	—	—	0.765	—	—
	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*0.800	—	—
Mai	15	—	—	—	—	1.205	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	1.331	—	—	—	—	—	—	—
	31	—	—	—	—	*1.134	—	—	—	—	—	—	—
Juin	1	—	—	—	—	1.290	—	—	—	—	—	—	—
	15	—	1.287	1.290	1.291	—	—	—	—	—	0.938	—	—
	16	—	—	—	—	—	1.196	—	—	—	—	—	—
	21	1.290	1.306	1.312	1.316	1.313	1.298	1.268	—	—	—	0.824	0.500
	23	—	1.257	—	—	—	—	—	—	—	0.950	—	—
	24	—	—	—	—	1.238	—	—	—	1.000	—	—	—
	25	1.148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.570
	29	1.243	1.278	—	—	1.274	—	—	—	—	—	—	—
Juillet	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1.115	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	1.244	—	—	—	1.028	—	—
	3	—	—	—	—	1.350	1.335	1.303	1.259	1.200	1.099	0.931	0.663
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.843	0.550
	9	—	1.284	1.297	1.293	1.283	1.276	1.230	1.178	1.134	1.001	0.850	0.567
	11	—	—	—	1.331	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	1.235	—	—	—	—	—	0.910	—	—
	19	—	—	—	1.220	—	—	—	—	—	0.870	—	—
	20	—	—	—	1.197	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	—	—	—	—	1.205	—	—	—	—	0.749	—	—
	23	—	—	—	1.156	—	—	—	—	—	0.728	—	—

* Le ciel voilé autour du soleil.

Mois	Date	Temps local vrai											
		$9^h 0^m$ m.	$10^h 0^m$ m.	$11^h 0^m$ m.	Midi	$1^h 0^m$ s.	$2^h 0^m$ s.	$3^h 0^m$ s.	$4^h 0^m$ s	$5^h 0^m$ s.	$6^h 0^m$ s.	$7^h 0^m$ s.	$8^h 0^m$ s.
		cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Juillet	26	—	—	—	1.233	—	—	—	—	—	—	—	—
Août	1	—	1.230	1.258	1.282	1.285	1.263	—	—	—	0.943	0.692	—
	2	—	—	—	1.290	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1.101	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.834	—	—
	6	—	—	—	—	1.290	—	—	—	—	—	—	—
	8	—	1.157	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	1.188	1.230	1.266	1.272	1.263	1.234	1.194	—	—	0.834	—	—
	26	—	—	—	—	1.220	—	—	—	—	—	—	—
	28	—	—	—	1.242	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	—	1.253	1.204	1.126	1.007	0.748	—	—
Septembre	2	—	—	—	—	1.308	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	1.126	0.976	0.702	—	—
	4	—	1.253	1.274	1.296	1.282	1.250	1.218	1.122	—	—	—	—
	6	—	—	—	1.267	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	—	—	1.244	1.253	1.249	1.215	1.149	1.049	0.862	0.510	—	—
	10	—	—	—	—	—	—	1.094	—	0.770	—	—	—
	11	—	1.180	1.202	1.210	—	—	—	—	0.790	—	—	—
	12	—	—	—	—	—	1.209	—	—	0.795	—	—	—
	18	—	—	—	—	—	—	—	0.920	0.650	—	—	—
	22	—	—	—	—	1.130	1.084	1.024	0.854	0.500	—	—	—
	23	—	—	—	1.113	1.070	0.990	0.870	0.685	0.390	—	—	—
	24	1.020	1.088	1.111	1.113	1.104	1.070	0.980	0.811	—	—	—	—
	27	—	—	—	1.056	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	—	1.075	1.128	1.141	1.088	0.960	—	—	—	—	—	—
Octobre	1	—	—	—	*0.964	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	1.090	1.070	1.012	—	—	—	—	—	—
	30	—	—	—	—	1.008	—	—	—	—	—	—	—
Novembre	1	—	—	—	1.063	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	—	—	1.039	1.066	—	—	—	—	—	—	—	—
	10	—	—	—	—	0.992	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	1.006	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	0.992	—	—	—	—	—	—	—
	18	—	—	—	—	0.903	—	—	—	—	—	—	—
	20	—	—	—	0.936	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	—	—	—	0.948	—	—	—	—	—	—	—	—
	23	—	—	—	0.880	0.854	—	—	—	—	—	—	—
	29	—	—	—	0.903	—	—	—	—	—	—	—	—
Décembre	8	—	—	—	0.778	0.746	—	—	—	—	—	—	—
	17	—	—	—	0.735	—	—	—	—	—	—	—	—
	23	—	—	0.651	0.708	0.637	0.412	—	—	—	—	—	—

* Le ciel voilé autour du soleil.

$Q = Q(h)$ est peu accentuée vers midi vrai. D'où il suit qu'une variation faible de la transparence de l'atmosphère peut avancer ou reculer l'intensité maxima d'une heure ou même d'avantage à partir de midi vrai.

L'enregistrement continu de l'intensité calorifique de la radiation solaire, relevé à Montpellier par M. Crova, a mis en évidence que l'intensité y présente souvent, par un ciel clair, un faible minimum vers midi vrai.[1] M. Savélief a remarqué que la radiation offre la même anomalie à Kief.[2] M. Schukewitsch pense de même que les mesures discontinues effectuées par lui à Pawlowsk indiquent, vers midi, un affaiblissement de l'intensité de la radiation solaire.[3] A l'aide de mes mesures faites à Upsala, on peut déduire, pour dix jours, la valeur de Q pour les demi-heures entre 10^h m. et 2^h s. (Tableau 8). On voit qu'il ne s'est produit pendant aucun de ces

Tableau 8. — Variation de l'intensité de la radiation solaire autour de midi.

Date		$10^h\,0^m$ m.	$10^h\,30^m$ m.	$11^h\,0^m$ m.	$11^h\,30^m$ m.	Midi	$0^h\,30^m$ s.	$1^h\,0^m$ s.	$1^h\,30^m$ s.	$2^h\,0^m$ s.
		cal.	cal.	cal.	cal	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Janvier	23	—	—	0.930	0.957	0.967	0.942	0.918	0.858	0.790
Février	14	1.063	1.086	1.106	1.124	1.136	1.138	1.100	—	—
Mars	15	1.144	—	—	—	1.207	1.203	1.189	1.172	1.147
»	19	1.200	1.225	1.254	1.284	1.310	1.312	1.300	1.278	1.248
Juillet	9	1.284	1.293	1.297	1.299	1.293	1.288	1.283	1.280	1.276
Août	1	1.230	1.243	1.258	1.273	1.282	1.286	1.285	1.276	1.263
Septembre	4	1.254	1.265	1.274	1.285	1.296	1.296	1.282	1.267	1.250
	9	—	1.231	1.244	1.250	1.253	1.253	1.249	1.237	1.215
»	24	1.088	1.104	1.111	1.113	1.113	1.111	1.104	1.092	1.070
Décembre	23	—	0.610	0.651	0.687	0.708	0.704	0.637	0.542	0.412
Rés.		1.091	1.113	1.131	1.147	1.157	1.153	1.135	1.101	1.067

jours un minimum d'intensité vers midi vrai. Si l'on s'en tient au Tableau 7, un pareil minimum ne semble pas non plus devoir s'être produit pendant le reste des jours d'observation. D'où il résulte qu'un minimum secondaire de Q vers midi vrai semble ne se produire que rarement à Upsala. C'est là le cas aussi pour Treurenberg.

Il ressort du Tableau 8 que l'intensité de la radiation solaire, entre 10^h m. et midi, est parfois plus grande, parfois plus faible qu'entre midi et 2^h s. En examinant le Tableau 7, on remarquera aussi que la valeur de Q a été à peu près la même à 9^h m. qu'à 3^h s. dans les trois occasions où les mesures permettent une comparaison, savoir le 21 juin, le 9 août et le 24 septembre. On s'attendrait que, par suite de l'augmentation de la vapeur d'eau dans les couches inférieures de l'atmo-

[1] Crova, A.: Étude de l'intensité calorifique de la radiation solaire au moyen de l'actinomètre enregistreur (Annales de Chimie et de Physique, VI, t. 14, Paris 1888, p. 546).

[2] Savélief, R.: Observations actinométriques faites à Kief en 1890 (Annales de Chimie et de Physique, VI, t. 26, 1892, p. 290 et p. 291).

[3] Schukewitsch, J.: Actinometrische Beobachtungen im Konst. Obs. zu Pawlowsk (Rep. für Met. Bd. XVII, No. 5, St. Petersburg 1894, p. 30).

sphère, l'intensité de la radiation fût un peu plus petite dans l'après-midi que dans la matinée. Si mes mesures indiquent une certaine tendance dans ce sens, on peut néanmoins prétendre qu'en général, à Upsala comme à Treurenberg, elle n'est que peu marquée.

7. Marche annuelle de l'intensité de la radiation solaire.

L'intensité calorifique de la radiation solaire mesurée à la surface terrestre dépend du rayon vecteur ρ de l'orbite de la terre, de la hauteur apparente h du soleil ou, ce qui revient au même, du chemin m que la radiation a à franchir en passant par l'atmosphère terrestre, et, enfin, du pouvoir absorbant de celle-ci.

On peut éliminer les variations que subit l'intensité Q de la radiation par suite des variations annuelles du rayon vecteur ρ en calculant les valeurs $Q_0 = Q \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^2$, Q_0 représentant la valeur de l'intensité de la radiation, réduite à la distance moyenne ρ_0 entre la terre et le soleil.

Afin de déterminer la valeur $\frac{dQ_0}{dh}$, j'ai représenté graphiquement sur du papier

Tableau 9. — Valeurs de ΔQ_0 à différentes hauteurs apparentes du soleil.

Hauteur app.	Upsala	Treurenberg	Hauteur app.	Upsala	Treurenberg	Hauteur app.	Upsala	Treurenberg
	cal.	cal.		cal.	cal.		cal.	cal.
2°	—	—	20°	0.015	0.020	37°	0.006	—
3	0.154	0.095	21	0.014	0.019	38	0.006	—
4	0.126	0.088	22	0.013	0.018	39	0.006	—
5	0.104	0.081	23	0.013	0.017	40	0.005	—
6	0.088	0.073	24	0.012	0.016	41	0.005	—
7	0.072	0.065	25	0.011	0.015	42	0.005	—
8	0.059	0.057	26	0.011	0.014	43	0.004	—
9	0.049	0.052	27	0.010	0.013	44	0.004	—
10	0.041	0.047	28	0.010	0.012	45	0.004	—
11	0.035	0.042	29	0.009	0.011	46	0.004	—
12	0.030	0.038	30	0.009	0.010	47	0.003	—
13	0.027	0.036	31	0.009	0.009	48	0.003	—
14	0.024	0.032	32	0.008	0.008	49	0.003	—
15	0.022	0.029	33	0.008	0.007	50	0.002	—
16	0.020	0.026	34	0.007	—	51	0.002	—
17	0.019	0.024	35	0.007	—	52	0.002	—
18	0.018	0.022	36	0.007	—	53	0.002	—
19	0.016	0.021						

quadrillé toutes les mesures en prenant Q_0 et h pour axes des coordonnées. Entre ces points j'ai interpolé une courbe moyenne $Q_0 = Q_0(h)$, qui représente, par conséquent, l'intensité de la radiation solaire réduite, d'une part, à la distance moyenne du soleil, et de l'autre à une valeur moyenne, variable du reste avec la hauteur apparente du soleil, du pouvoir absorbant de l'atmosphère. Dans le Tableau 9, on trouvera des valeurs de ΔQ_0 pour $\Delta h = 1°$, $2° \leq h \leq 54°$. La différence qu'on constate entre les valeurs particulières de ΔQ_0 relatives à Upsala et à Treurenberg — différence qui est d'ailleurs sans importance pour les grandes valeurs de h — est due, ce me semble, principalement à la masse différente de vapeur d'eau et de poussière contenues dans l'atmosphère. Il est à remarquer aussi que les mesures faites à Treurenberg ne comprennent que le mois de septembre 1899 et les mois d'avril—juillet 1900, tandis que la série de mesures d'Upsala s'étend sur toute l'année 1901.

A l'aide des valeurs de ΔQ_0 données dans le Tableau 9, on peut déduire de l'intensité mesurée à une hauteur quelconque du soleil la valeur correspondante à une autre hauteur quelconque. Ainsi on trouve dans le Tableau 10, pour chaque jour d'observation, la valeur calculée de l'intensité de la radiation correspondant

Tableau 10. — Marche annuelle de l'intensité Q_0 de la radiation solaire réduite à diverses hauteurs apparentes du soleil.[1]

Date		Hauteur apparente du soleil																	
		3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°	33°	36°	39°	42°	45°	48°	51°	54°
		cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal
Janvier	11	0.211	0.518	**0.697**	0.803	0.876	0.933	0.979	1.017	1.049	1.076	1.100	1.121	1.140	1.155	1.167	1.177	1.184	1.189
	12	0.337	0.644	**0.823**	0.929	1.002	1.059	1.105	1.143	1.175	1.202	1.227	1.248	1.266	1.281	1.294	1.304	1.311	1.316
	13	**0.468**	**0.701**	**0.847**	0.953	1.027	1.084	1.130	1.168	1.199	1.227	1.251	1.272	1.290	1.305	1.318	1 328	1.335	1.340
	14	0.372	0.679	**0.868**	0.974	1.048	1.105	1.151	1.189	1.220	1.248	1.272	1.293	1.311	1.326	1.339	1.349	1.356	1.361
	17	**0.499**	**0 792**	**0.933**	1.039	1.113	1.170	1.216	1.254	1.285	1.313	1.337	1.358	1.376	1.391	1.404	1.414	1.421	1.426
	23	**0.385**	**0.668**	**0.872**	**0.973**	1.047	1.104	1.150	1.188	1.219	1.247	1.271	1.292	1.310	1.325	1.338	1.348	1.355	1.360
	30	0.343	0.650	**0.804**	**0.935**	1.008	1.065	1.111	1.149	1.181	1.208	1.233	1.254	1.272	1.287	1.300	1.310	1.317	1.322
Février	2	*0.264	*0.572	*0.653	*0.734	*0.808	*0.864	*0.911	*0.948	*0.980	*1.008	*1.032	*1.053	*1 071	*1.086	*1.099	*1.109	*1.116	*1.121
	7	0.378	0.685	0.864	0.970	**1.044**	1.101	1.147	1.185	1.216	1.244	1.268	1.289	1.307	1.323	1.335	1.345	1.352	1.357
	9	**0.439**	**0.689**	**0.856**	**0.965**	1.038	1.095	1.141	1.179	1.211	1.238	1.262	1.283	1.301	1.317	1.329	1.339	1.346	1.351
	14	0.404	0.712	0.891	0.996	**1.067**	**1.129**	1.173	1.211	1.243	1.270	1.294	1.315	1.333	1.349	1.361	1.371	1.378	1.383
	18	**0.434**	0.695	**0.854**	0.959	1.033	**1.089**	1.135	1.173	1.205	1.232	1.257	1.278	1.296	1.311	1.324	1.333	1.341	1.345
Mars	1	*0.189	*0.496	*0 676	*0.781	*0.855	***0.913**	*0.958	*0.996	*1.027	*1.055	*1.079	*1.100	*1.118	*1.133	*1.146	*1.156	*1.163	*1.168
	12	0.333	**0.640**	**0.779**	0.908	1.005	**1.086**	**1.112**	1.141	**1.165**	1.192	1.216	1.237	1.255	1.271	1.283	1.293	1.300	1.305
	14	*0.270	*0 578	*0.757	*0.862	*0.936	*0.993	*1.039	***1.062**	***1.123**	*1.136	*1.160	*1.181	*1.199	*1.215	*1.227	*1.237	*1.244	*1.249
	15	0.302	0 610	0.789	0.894	0.968	**1.025**	**1.101**	**1.141**	**1.183**	1.210	1.235	1.256	1.274	1.289	1.302	1.312	1.319	1.324

[1] Les valeurs imprimées en caractères gras sont observées, les autres calculées.
* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Date		Hauteur apparente du soleil																
		3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°	33°	36°	39°	42°	45°	48°	51°	54°
		cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Mars	19	0.357	**0.664**	0.850	**0.962**	1.044	1.109	**1.163**	**1.181**	**1.276**	**1.291**	1.319	1.340	1 358	1.373	1.386	1.396	1.403	1.408
	20	**0.439**	**0.696**	**0.865**	0.982	1.067	1.136	1.194	1.244	1.287	**1.314**	1.339	1.360	1.378	1.393	1.406	1.416	1.423	1.428
	21	**0.434**	**0 645**	**0.816**	0.924	1.013	1.078	1.125	1.194	1.238	**1.279**	1.304	1.325	1.343	1.358	1.371	1.380	1.388	1.392
	22	**0.436**	**0.663**	0.835	**0.934**	1.016	1.084	1.140	1.187	1.229	**1.266**	1.290	1.311	1.329	1.345	1.357	1.367	1.374	1.379
Avril	5	0.410	0.717	0.896	1.002	1.075	1.132	1.178	1.216	1.248	1.275	1.300	**1.321**	1.339	1.354	1.366	1.376	1.384	1.388
	6	**0.381**	**0.664**	**0.836**	0.951	1.024	1.081	1.127	1.165	1.197	1.224	1.249	1.270	1.288	1.303	1.316	1.325	1.333	1.337
	18	0.354	0.661	**0.840**	**0.980**	1.046	1.108	1.159	1.204	1.239	1.271	1.300	1.326	1.349	**1.370**	1.382	1.392	1.399	1.404
	19	0.421	0.729	0.908	1.013	1.087	1.144	1.190	1.228	1.260	**1.287**	1.313	1.337	1.357	**1.375**	1.387	1.397	1.404	1.409
	25	0.390	0.697	0.877	0.983	1.056	1.113	1.159	1.197	1.229	1.256	1.280	1.301	1.319	**1.333**	1.347	1.357	1.364	1.369
	26	0.266	0.573	**0.752**	0.883	0.970	1.040	1 099	1.149	1.194	1.234	1.271	**1.297**	**1.332**	1.339	1.352	1.362	1.369	1.374
	30	*0.214	*0.521	*0.700	*0.806	***0.879**	*0.936	*0.982	*1.020	*1.052	*1.079	*1.104	*1.125	*1.143	*1.158	*1.171	*1.180	*1.188	*1.192
Mai	15	0.275	0.582	0.760	0.867	0.941	0.998	1.044	1.082	1.113	1.141	1.165	1.186	1.206	1.219	1.232	**1.242**	1.249	1.254
	16	0.397	0.704	0.883	0.989	1.063	1.120	1.166	1.203	1.235	1.263	1.287	1.308	1.326	1.341	1.354	**1.364**	1.371	1.376
	31	*0.195	*0.503	*0.682	*0.788	*0.861	*0.918	*0.964	*1.002	*1.034	*1.061	*1.085	*1.106	*1.124	*1.140	*1.152	*1.162	***1.169**	*1.174
Juin	1	0.361	0.668	0.847	0.953	1.026	1.083	1.129	1.167	1.199	1.226	1.250	1.271	1.289	1.305	1.317	1.327	**1.334**	1.339
	15	0.106	0.414	0.593	0.699	**0.772**	0.850	0.917	0.973	1.029	1.078	1.123	1.166	1.205	1.241	1.283	1.306	**1.330**	**1.336**
	16	0.271	0.579	0.758	0.863	0.937	0.994	1.040	1.078	1.110	1.137	1.161	1.182	1.200	1.216	1 228	**1.238**	1.245	1.250
	21	*0.177	*0.502	***0.663**	0.804	0.877	0.951	1.014	1.070	1.118	1.163	1.205	1.243	1.278	**1.311**	**1.345**	1.349	1.352	**1.356**
	23	0.252	0.560	0.739	0.844	0.918	0.975	**1.021**	1.068	1.108	1.145	1.178	1.208	1.235	1.259	**1.281**	1.291	1.298	1.303
	24	0.157	0.464	0.643	0.749	0.823	0.880	0.926	**0.974**	1.010	1.052	1.091	1.127	1.160	1.190	1.218	1.243	1.265	**1.284**
	25	0.242	0.549	0.728	0.833	0.907	0.964	1.010	1.048	1.080	1.107	1.131	1.152	1 170	**1.186**	1.198	1.208	1.215	1.220
	28	**0.313**	0.620	0.799	0.905	0.979	1.036	1.082	1.119	1.151	1.179	1.203	1.224	1.242	1.257	1.270	1.280	1.287	1.292
	29	0.313	0.620	0.799	0 905	0.979	1.036	1.082	1.119	1.151	**1.179**	1.211	1.240	1.266	1.289	**1.310**	1.314	**1.318**	1.323
Juillet	1	0.312	0.619	0.798	0.904	0.977	1.034	1.080	1.118	**1.150**	1.177	1.202	1.223	1.240	1.256	1.269	1.278	1.286	1.290
	2	0.316	0.623	0.802	0.907	0.981	1.038	**1.084**	1.127	1.164	1.197	1.227	1.253	1.277	1.298	1.316	**1.331**	1.338	1.343
	3	0.345	**0.653**	0.838	0.951	**1.031**	1.096	1.151	1.197	**1.237**	1.267	1.294	1.317	1.337	1.354	1.369	**1.381**	1.392	**1.400**
	8	0.273	**0.580**	0.761	0.869	**0.944**	1.001	1.047	1.085	1.117	1.144	1.169	1.190	1.208	1.223	1.236	1.246	1.253	1.258
	9	0.309	**0.616**	0.782	**0.874**	0.955	1.021	1.081	1.134	**1.181**	1.184	**1.186**	1.219	1.249	**1.277**	1.297	**1.325**	**1.333**	**1.339**
	11	0.400	0.707	0.886	0.992	1.066	1.123	1.169	1.207	1.238	1.266	1.290	1.311	1.329	1.344	1.357	1.367	**1.374**	1.379
	12	0.196	0.503	0.682	0.788	0.862	**0.919**	0.974	1.022	1.063	1.100	1.134	1.164	1.192	1.217	1.239	1.258	**1.275**	1.280
	19	*0.156	*0.463	*0.642	*0.748	*0.821	***0.878**	0.936	0.986	1.030	1.069	1.105	1.138	1.168	1.195	1.229	1.242	**1.261**	1.266
	20	0.263	0.570	0.749	0.855	0.928	0 985	1.031	1.069	1.001	1.128	1.153	1.174	1.192	1.207	1.219	1.229	**1.237**	1.241
	21	*0.057	*0.364	*0.543	*0.649	*0.722	***0.779**	0.847	0.906	0.959	1.008	1.053	1.096	1.135	1.171	1.205	**1.236**	1.244	1.249
	23	0.048	0.356	0.535	0.640	0.714	**0.771**	0.833	0.886	0.934	0.977	1.017	1.054	1.087	1.118	1.147	1.172	**1.195**	1.200
	26	0.301	0.608	0.787	0.893	0.967	1.024	1.070	1.107	1.139	1.167	1.191	1.212	1.230	1.245	1.258	1.268	**1.275**	1.280
Août	1	0.236	**0.543**	0.742	0.867	**0.960**	1.022	1.074	1.117	1.154	1.187	1.217	**1.238**	1.260	1.279	**1.295**	**1.320**	1.320	1.325
	2	0.362	0.669	0.848	0.954	1.028	1.085	1.131	1.168	1.200	1.228	1.252	1.273	1.291	1.306	1.319	**1.329**	1.336	1.341
	3	0.344	0.651	0.831	0.936	1.010	1.067	**1.113**	1 151	1.182	1.210	1.234	1.255	1.273	1.289	1.301	1.311	1.318	1.323
	5	*0.199	*0.506	*0.685	*0.791	***0.865**	*0.922	*0.968	*1.006	*1.037	*1.065	*1.089	*1.110	*1.128	*1.143	*1.156	*1.166	*1.173	*1 178
	6	0 373	0.670	0.859	0.965	1.039	1.096	1.142	1.180	1.211	1.239	1.263	1.284	1.302	1.318	**1.330**	1.340	1.347	1.352
	8	0.266	0.573	0.752	0.858	0.931	0.988	1.034	1.072	1.104	1.131	**1.156**	1.177	1.195	1.210	1.222	1.232	1.240	1.244
	9	0.225	0.532	0.712	**0.817**	0.909	0.984	1.048	1.103	**1.153**	1.184	1.212	**1.236**	1.258	**1.278**	**1.296**	1.305	1.313	1.317

[1] Les valeurs imprimées en caractères gras sont observées, les autres calculées.
* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Date	Hauteur apparente du soleil																	
	3°	6°	9°	12°	15°	18°	21°	24°	27°	30°	33°	36°	39°	42°	45°	48°	51°	54°
	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Août 26	0.310	0.617	0.797	0.902	0.976	1.033	1.079	1.117	1.148	1.176	1.200	1.221	**1.239**	1.254	1.267	1.277	1.284	1.289
28	0.334	0.641	0.820	0.926	0.999	1.056	1.102	1.140	1.172	1.199	1.223	1.244	**1.262**	1.278	1.290	1.300	1.307	1.312
30	**0.355**	0.652	0.822	**0.919**	1.010	**1.085**	1.132	1.171	1.204	1.233	**1.259**	1.280	1.298	1.313	1.326	1.336	1.343	1.348
Septembre 2	0.413	0.720	0.899	1.005	1.078	1.135	1.181	1.219	1.251	1.278	1.303	**1.324**	1.342	1.357	1.370	1.379	1.387	1.391
3	0.359	**0.666**	0.834	**0.928**	1.014	1.084	**1.142**	1.180	1.212	1.239	1.264	1.285	1.303	1.318	1.331	1.341	1.348	1.353
4	0.374	0.681	0.860	0.966	1.039	1.096	**1.142**	1.190	**1.233**	1.256	**1.277**	**1.306**	1.324	1.339	1.352	1.362	1.369	1.374
6	0.374	0.681	0.860	0.966	1.040	1.097	1.143	1.181	1.212	1.240	1.264	**1.285**	1.303	1.318	1.331	1.341	1.348	1.353
9	0.267	**0.574**	0.766	0.886	**0.972**	1.040	1.096	1.144	1.187	**1.224**	**1.251**	**1.273**	1.291	1.306	1.319	1.329	1.336	1.341
10	0.197	0.504	**0.683**	0.807	0.898	0.973	1.037	**1.093**	1.125	1.152	1.177	1.198	1.216	1.231	1.244	1.254	1.261	1.266
11	0.334	0.641	**0.820**	0.926	1.000	1.057	1.103	1.141	1.173	**1.201**	1.219	**1.234**	1.252	1.267	1.280	1.289	1.297	1.301
12	0 202	0.509	**0.688**	0.817	0.913	0.993	1.062	1.123	1.177	**1.227**	1.252	1.273	1.291	1.306	1.319	1.329	1.336	1.341
18	0.174	**0.481**	0.680	0.805	**0.898**	0.955	1.001	1.039	1.071	1.098	1.123	1.144	1.162	1.177	1.190	1.200	1.207	1.212
22	0.088	0.395	**0.585**	0.720	0.833	0.929	**1.015**	1.051	1.080	1.106	**1.129**	1.150	1.168	1.183	1.196	1.205	1.213	1.217
23	0.068	**0.375**	0.536	**0.624**	0.727	0.813	0.888	0.955	**1.016**	**1.118**	1.105	1.126	1.144	1.160	1.172	1.182	1.189	1.194
24	0.158	0.465	0.644	**0.750**	0.845	0.924	**0.991**	1.048	**1.098**	**1.121**	1.148	1.169	1.187	1.202	1.215	1.225	1.232	1.237
27	0.207	0.514	0.694	0.799	0.873	0.930	0.976	1.014	1.046	**1.073**	1.097	1.118	1.136	1.152	1.164	1.174	1.181	1.186
30	0.240	0.547	0.726	0.832	0.906	0.963	**0.909**	**1.091**	**1.139**	1.106	1.130	1.151	1.169	1.185	1.197	1.207	1.214	1.219
Octobre 1	*0.118	*0.425	*0.604	*0.710	*0.784	*0.841	*0.887	*0.925	***0.956**	*0.984	*1.008	*1.029	*1.047	*1.062	*1.075	*1.085	*1.092	*1.097
12	0.263	0.570	0.750	0.855	0.929	**0.986**	1.044	**1.093**	1.125	1.152	1.177	1.198	1.216	1.231	1.244	1.254	1.261	1.266
30	0.320	0.627	0.806	0.912	**0.985**	1.042	1.088	1.126	1.158	1.185	1.210	1.231	1.249	1.264	1.277	1.287	1.294	1.299
Novembre 1	0.362	0.669	0.848	0.954	**1.027**	1.084	1.130	1.168	1.200	1 227	1.252	1.273	1.291	1.306	1.319	1.329	1.336	1.341
8	0.412	0.719	0.898	**1.004**	1.077	1.134	1.180	1.218	1.250	1.277	1.302	1.323	1.341	1.356	1.369	1.379	1.386	1.391
10	0.381	0.688	0.867	**0.973**	1.046	1.103	1.149	1.187	1.219	1 246	1.271	1.292	1.310	1.325	1.338	1.348	1.355	1.360
12	0.413	0.720	0.899	**1.005**	1 078	1.135	1.181	1.219	1.251	1.278	1.303	1.324	1.342	1.357	1.370	1.380	1.387	1.392
16	0.421	0.729	**0.907**	**1.014**	1.087	1.144	1.190	1.228	1.259	1.287	1.311	1.332	1.350	1.366	1.378	1.388	1.395	1.400
18	0.349	0.656	**0.835**	0.941	1.014	1.071	1.117	1.155	1.187	1.214	1.239	1.260	1.278	1.293	1.306	1.316	1 323	1.328
20	0.366	0.673	**0.852**	0.958	1.032	1.089	1.135	1.173	1.204	1.232	1.256	1.277	1.295	1.310	1.323	1.333	1.340	1.345
21	0.383	0.690	**0.869**	0.975	1.048	1.105	1.151	1.189	1.221	1.248	1.273	1.294	1.312	1.327	1.340	1.350	1.357	1.362
23	0.337	0.644	**0.823**	0.929	1.002	1.059	1.105	1.143	1.175	1.202	1.227	1.248	1.266	1.281	1.294	1.303	1.311	1.315
29	0.404	0.711	**0.890**	0.996	1.070	1.127	1.173	1.211	1.242	1.270	1.294	1.315	1.333	1.349	1.361	1.371	1.378	1.383
Décembre 8	0.360	**0.694**	**0.829**	0.952	1.025	1.082	1.128	1.166	1.198	1.225	1.250	1.271	1.289	1.304	1.317	1.327	1.334	1.339
17	0.339	**0.646**	0.825	0.931	1.004	1.061	1.107	1.145	1.177	1.204	1.229	1.250	1.268	1.283	1.295	1.305	1.312	1.317
23	**0.382**	**0.635**	0.827	0.933	1.007	1.064	1.110	1.148	1.179	1.207	1.231	1.252	1.270	1.285	1.298	1.308	1.315	1.320

[1] Les valeurs imprimées en caractères gras sont observées, les autres calculées.
* Valeur notablement influencée par une absorbtion accidentelle.

à 3°, 6°, 9°, ..., 51°, 54°. Il est évident que ces valeurs calculées sont en partie purement fictives. Le 11 janvier, par exemple, la hauteur du soleil a été inférieure à 8° 51′; elle n'a pas dépassé 53° 36′ au courant de toute l'année. Les valeurs de l'intensité directement mesurées sont imprimées en caractères gras. Un astérisque (*) signifie que le ciel a paru voilé autour du soleil au moment où les mesures ont été faites.

Il ressort du Tableau 10 que l'intensité de la radiation Q_0 passe, pendant l'été, par un minimum marqué. Toutefois l'intensité Q_0 peut, même pendant l'été, être

accidentellement tout aussi grande qu'à n'importe quelle autre époque de l'année. Pendant les mois de mai—octobre, la valeur de Q_0 est inférieure de 2 pour cent à la valeur annuelle moyenne, tandis qu'elle s'élève, pendant les mois de novembre—avril, à 2 pour cent au-dessus de cette moyenne, comme on le verra en examinant le Tableau 11, qui représente un résumé du Tableau 10. L'amplitude de la variation annuelle de l'intensité Q_0 est par conséquent de 4 pour cent de la valeur moyenne. L'amplitude correspondante des valeurs maxima de Q_0 pour les mois différents ne

Tableau 11. — Marche annuelle de l'intensité Q_0 de la radiation solaire réduite à diverses hauteurs apparentes du soleil. Valeurs des mois différents.

Mois	Hauteur apparente du soleil											
	6°	15°	24°	33°	42°	51°	6°	15°	24°	33°	42°	51°
	Valeurs maxima						Valeurs minima					
	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Janvier	0.792	1.113	1.254	1.337	1.391	1.421	0.518	0.876	1.017	1.100	1.155	1.184
Février	0.712	1.067	1.211	1.294	1.349	1.378	0.685	1.033	1.173	1.257	1.311	1.341
Mars	0.696	1.067	1.244	1.339	1.393	1.423	0.578	0.936	1.062	1.160	1.215	1.244
Avril	0.729	1.087	1.228	1.313	1.375	1.404	0.573	0.970	1.149	1.249	1.303	1.333
Mai	0.704	1.063	1.203	1.287	1.341	1.371	0.582	0.941	1.082	1.165	1.219	1.249
Juin	0.668	1.026	1.167	1.250	1.311	1.352	0.414	0.772	0.973	1.091	1.186	1.215
Juillet	0.707	1.066	1.207	1.290	1.344	1.374	0.356	0.714	0.886	1.017	1.118	1.195
Août	0.670	1.039	1.180	1.263	1.318	1.347	0.506	0.865	1.006	1.089	1.143	1.173
Septembre	0.720	1.078	1.219	1.303	1.357	1.387	0.375	0.727	0.955	1.105	1.160	1.189
Octobre	0.627	0.985	1.126	1.210	1.264	1.294	0.570	0.929	1.093	1.177	1.231	1.261
Novembre	0.729	1.087	1.228	1.311	1.366	1.395	0.644	1.002	1.143	1.227	1.281	1.311
Décembre	0.694	1.025	1.166	1.250	1.304	1.334	0.635	1.004	1.145	1.229	1.283	1.312
Année	0.792	1.113	1.254	1.339	1.393	1.423	0.356	0.714	0.886	1.017	1.118	1.173

Mois	Hauteur apparente du soleil					
	6°	15°	24°	33°	42°	51°
	Valeurs moyennes					
	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
Janvier	0.665	1.017	1.158	1.242	1.296	1.328
Février	0.695	1.046	1.187	1.270	1.325	1.354
Mars	0.642	1.007	1.164	1.266	1.321	1.350
Avril	0.674	1.043	1.193	1.286	1.346	1.376
Mai	0.643	1.002	1.143	1.226	1.280	1.310
Juin	0.560	0.913	1.068	1.173	1.250	1.294
Juillet	0.583	0 943	1.070	1.168	1.242	1.289
Août	0.605	0.973	1.123	1.211	1.267	1.298
Septembre	0.554	0.931	1.105	1.196	1 250	1.280
Octobre	0.599	0.957	1.110	1.194	1.248	1.278
Novembre	0.690	1.048	1.189	1.273	1.327	1.357
Décembre	0.658	1.012	1.153	1.237	1.291	1.320
Année	0.631	0.991	1.139	1.229	1.287	1.319

s'élève qu'à 3 pour cent. Cela signifie que l'effet des facteurs absorbants, dont la quantité est sujette à varier dans l'atmosphère, peut à n'importe quelle époque de l'année devenir d'une importance secondaire, de manière à ce que Q_0 se rapproche de la valeur déterminée 1° par l'intensité de la radiation incidente à la limite supérieure de l'atmosphère, 2° par l'absorption due aux constituents de l'atmosphère qui sont à peu près constants en masse à la pression normale, 3° enfin par la valeur minima de l'absorption due aux constituents dont la quantité est variable. De même qu'à Upsala, l'intensité Q_0 passe à Kathérinenbourg et à Pawlowsk par un minimum pendant l'été (Tableau 12). La marche annuelle de la radiation, dans ces trois en-

Tableau 12. — Marche annuelle de l'intensité Q_0 de la radiation solaire réduite à un hauteur apparente du soleil de 24°.

Mois	Kathérinen-bourg	Pawlowsk	Upsala	Treurenberg
	56° 50′ N	59° 41′ N	59° 51′ N	79° 55′ N
Janvier	—	—	1.16	—
Février	—	—	1.19	—
Mars	1.32	1.25	1.16	—
Avril	1.23	1.24	1.19	1.18
Mai	1.13	—	1.14	1.17
Juin	1.06	1.14	1.07	1.17
Juillet	1.04	1.11	1.07	1.20
Août	1.08	1.07	1.12	—
Septembre	1.17	1.22	1.10	1.26
Octobre	1.29	1.20	1.11	—
Novembre	—	—	1.19	—
Décembre	—	—	1.15	—

droits, qui ont à peu près la même latitude, est presque la même. Il est à remarquer que même à Treurenberg l'intensité Q_0 subit pendant l'été 1900 un faible affaiblissement.

Les Tableaux 10 et 11 font voir que l'intensité de la radiation solaire peut, même par un ciel apparemment clair autour du soleil, diminuer accidentellement d'un quart de sa valeur normale. C'est que le ciel ne présente pas le même aspect tous les jours clairs; la couleur en peut varier d'un bleu foncé à une teinte laiteuse. Lors des mesures, j'ai noté parfois les nuances de couleur différentes que présentait le ciel. Il ressort du Tableau 13 que l'absorption a été, en général, le plus forte quand le ciel autour du soleil a présenté une teinte laiteuse. Le rapport existant entre l'absorption de la radiation solaire et la couleur du ciel autour du soleil se serait manifesté sans doute plus précis que cela n'est le cas dans le Tableau 13, si j'avais été à même de fixer objectivement, par des mesures, les nuances de couleur du ciel. Il est intéressant de constater que, le 9 juillet 1901, l'intensité de la radiation n'a subi qu'un affaiblissement à peine mesurable, bien que la radiation ait dû passer par un nuage de Ci. Un cas semblable fut noté le 19 juillet 1900 à Treurenberg.

Tableau 13. — Affaiblissement accidentel de la radiation solaire.

Date		Heure	Affaiblissement	Nuance de la teinte du ciel autour du soleil
1901			p. C.	
Janvier	11	Midi	17	Teinte blanche.
	23	11^h m. — 3^h s.	0	Teint un peu blanche.
Février	2	10^h 47^m m.	24	Teinte assez blanche.
		11^h 16^m m.	26	Des Ci apparaissent çà et là autour du soleil.
Mars	1	2^h s.	14	Teinte blanche.
Avril	26	6^h 24^m s.	12	Teinte un peu blanche.
	30	5^h 54^m s.	16	Teinte assez blanche.
Mai	31	0^h 47^m s.	11	Voile de Ci se formant.
Juin	21	7^h 41^m s.	10	Voile faible.
	24	5^h 17^m s.	9	Teinte laiteuse.
	25	8^h 58^m m.	5	Teinte blanche.
Juillet	8	7^h 55^m s.	0	Teinte blanche très faible.
	9	6^h — 8^h s.	0	Voile faible de Ci autour du soleil.
	12	Midi et 6^h s.	4	Teinte blanche faible.
	19	0^h 1^m s.	2	Teinte blanche très faible.
		6^h 12^m s.	12	Voile à peine perceptible de Ci ou de brouillard sec.
	20	0^h 4^m s	4	Teinte un peu blanche.
	21	6^h 0^m s.	22	Teinte laiteuse.
	23	0^h 1^m s.	7	Teinte un peu blanche.
		5^h 56^m s.	23	Teinte laiteuse.
Août	1	8^h 53^m m.	0	Teinte un peu laiteuse.
		1^h 35^m s.	0	Des Ci minces autour du soleil.
	5	5^h 58^m s.	11	Teinte un peu laiteuse; voile mince.
	8	8^h 37^m m.	4	Teinte un peu laiteuse; pas de voile.
	9	6^h 14^m s.	9	Teinte un peu laiteuse.
	26	1^h 11^m s.	1	Un peu brumeux autour du soleil.
Septembre	3	6^h s.	0	Teinte un peu blanche.
	9	10^h m. — 6^h s.	0	Teinte un peu blanche.
	10	3^h m. — 5^h s.	8	Teinte blanche.
	11	Midi et 5^h s.	0	Teinte un peu blanche.
	18	5^h s.	14	Teinte laiteuse.
	22	5^h s	25	Assez brumeux autour du soleil.
	23	2^h s. — 5^h s.	20	Teinte un peu blanche.
	24	9^h m. — 4^h s.	8	Teinte blanche faible.
	27	0^h 18^m s.	9	Teinte blanche faible.
	30	10^h m. et 2^h s.	6	Teinte un peu blanche.
Octobre	1	0^h 12^m s.	17	Teinte blanche forte.
Décembre	8	11^h 9^m m.	0	Voile faible.

8. Absorption de la radiation solaire due à la vapeur d'eau de l'atmosphère terrestre.

Si les mesures de l'intensité de la radiation solaire ont lieu dans un endroit où il y a des sondages réguliers de l'atmosphère à l'aide de ballons ou de cerfs-volants, on peut déterminer approximativement la quantité et la répartition de la vapeur d'eau traversée par la radiation, quand même la hauteur du soleil est petite. Dans d'autres endroits, on ne possède sur la vapeur d'eau de l'air d'autres indications que celles qu'on peut inférer de sa tension et des autres éléments météorologiques au lieu même des observations. Parfois aussi, on en peut tirer quelques renseignements de la carte synoptique. En ce qui concerne l'analyse suivante des mesures faites à Upsala en 1901, j'ai considéré la tension e de la vapeur d'eau (Tableau II de l'Appendice) comme la mesure de la quantité de vapeur d'eau traversée par la radiation.

Par un temps clair, l'absorption de la radiation solaire par l'atmosphère terrestre est déterminée principalement par le chemin m que parcourt la radiation dans l'atmosphère, où la présence de la vapeur d'eau modifie le pouvoir absorbant jusqu'à un certain point. Dans un système de coordonnées rectangulaires, la courbe $Q_0 = Q_0\,(m,\ e)$ présente en moyenne l'aspect qui ressort de la Fig. 1. On peut considérer l'influence excercée sur la radiation par la vapeur d'eau comme l'effet d'un paramètre e qui déplace la courbe $Q_0 = Q_0\,(m,\ e)$ sans toutefois en altérer la forme d'une façon appréciable.

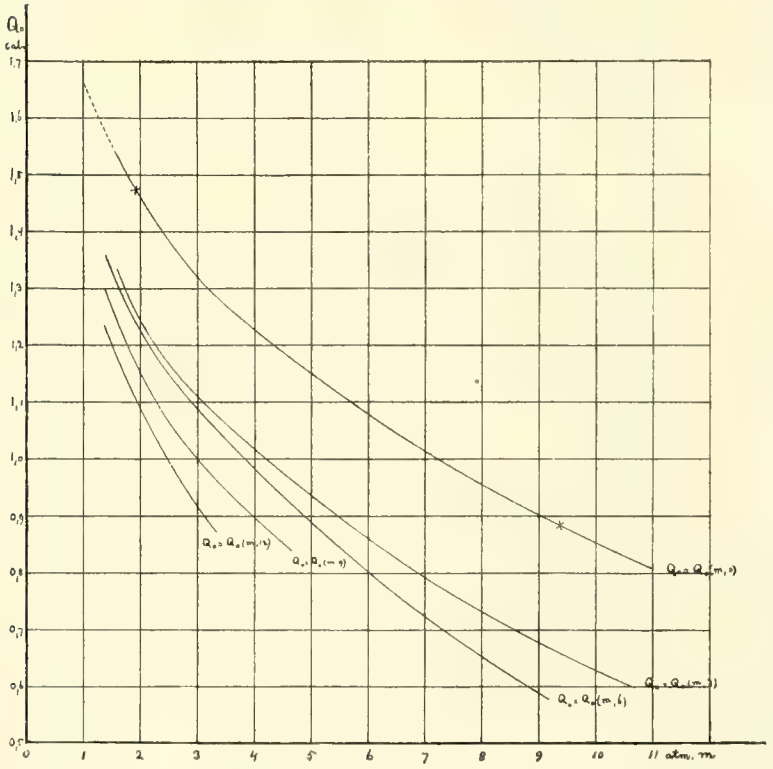


Fig. 1. — Intensité calorifique de la radiation solaire à différentes valeurs de la tension de la vapeur d'eau de l'atmosphère terrestre.

Afin de déterminer la quantité d'énergie solaire absorbée par la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, j'ai réuni dans un tableau à double entrée avec m et e comme arguments les valeurs de Q_0 données dans le Tableau II de l'Appendice. J'ai posé dans ce tableau $m = 1.25$, 1.30, 1.35, ... , 1.95, 2.0, 2.1, 2.2, ... , 10.8, 10.9, 11.0 atm., et $e = 2$, 3, 4, ... 12, 13 mm. La valeur numérique de $\frac{\partial Q_0}{\partial m}$ étant très grande par rapport à celle de $\frac{\partial Q_0}{\partial e}$, surtout lorsqu'on a affaire à de petites valeurs de m, il est nécessaire que les intervalles de m ne soient que de 0.05 à 0.1 atm., tandis que les intervalles de e peuvent convenablement être fixés à 1 mm. Dans les

cas où il y a eu plusieurs valeurs de Q_0 dans un même intervalle (m, e), je les ai réunies en une valeur moyenne. Entre les valeurs ainsi obtenues de Q_0, qui peuvent être considérées comme des mesures directes, j'ai tiré, par une interpolation linéaire en m, la valeur de Q_0 pour chaque combinaison (m, e). J'ai déduit le Tableau 14 en réunissant en groupes les valeurs particulières de Q_0 de ce grand tableau. Les valeurs de Q_0 consignées dans le Tableau 14 ont par conséquent été déduites des mesures directes par des interpolations linéaires dans de petits inter-

Tableau 14. — Valeurs moyennes de l'intensité Q_0 de la radiation solaire mesurée à Upsala pendant les jours les plus clairs de l'année 1901.

Limites de m atm.	m atm.	Tension de la vapeur d'eau			
		Hiver	Été		
		3 mm	6 mm	9 mm	12 mm
		cal	cal.	cal.	cal.
1.25—1.45	1.35	—	1.357	1.311	1.230
1.50—1.70	1.60	1.333	1.322	1.248	1.176
1.75—1.95	1.85	1.279	1.253	1.179	1.129
2.0—2.4	2.2	1.205	1.194	1.116	1 067
2.5—2.9	2.7	1.129	1.125	1.028	1.020
3.0—3.4	3.2	1.082	1.082	0.948	0.871
3.5—3.9	3.7	1.039	1.020	0.947	—
4.0—4.4	4.2	1.010	0.959	0.909	—
4.5—4.9	4.7	0.980	0.935	0.851	—
5.0—5.4	5.2	0.942	0.875	—	*0.584
5.5—5.9	5.7	0.873	0.796	*0.610	—
6.0—6.4	6 2	0.866	0.718	—	—
6.5—6.9	6.7	0.809	0.664	—	—
7.0—7.4	7.2	0.775	0.663	—	—
7.5—7.9	7.7	0.730	0.672	—	
8.0—8.4	8.2	0.702	*0.616	—	—
8.5—8.9	8.7	0.702	*0.608	*0.580	—
9.0—9.4	9.2	0.646	—	*0.499	—
9.5—9.9	9.7	0.644	—	—	—
10.0—10.4	10.2	0.629	—	*0.574	—
10.5—10.9	10.7	0.598	—	—	—

* Mesure isolée.

valles et ne sont pas basées sur des estimations ou des hypothèses arbitraires. On peut donc considérer que le Tableau 14 donne l'intensité moyenne, par un temps parfaitement clair, réduite à la distance moyenne du soleil. En examinant le Tableau II de l'Appendice, on verra que des valeurs de e inférieures à 4.5 mm ne furent observées, sauf des exceptions rares, que pendant les mois d'hiver (novembre—avril). Aussi les valeurs de Q_0 données dans la troisième colonne du Tableau 14, se rapportent-elles essentiellement aux mois d'hiver, tandis que celles qui figurent dans les trois dernières colonnes se rapportent aux mois d'été. Il ressort du Tableau 14 que l'in-

tensité Q_0 diminue d'une façon assez régulière au fur et à mesure qu'augmente la tension e de la vapeur d'eau. Dans le grand tableau dont je viens de parler, cette diminution est appréciable dès que e augmente de 1 mm.

Les valeurs de l'intensité Q_0 du Tableau 15, ont été déduites graphiquement à l'aide des courbes de la Fig. 1, tracées d'après le Tableau 14. Je reviendrai dans ce qui va suivre, à la manière de calculer la valeur de $Q_0(m, 0)$ du Tableau 15, c.-à-d. l'intensité Q_0 de la radiation après le passage à travers une atmosphère absolûment

Tableau 15. — L'absorption de la chaleur solaire par la vapeur d'eau de l'atmosphère terrestre.

Chemin parcouru m	Intensité de la radiation solaire à différentes valeurs de la tension de la vapeur d'eau atmosphérique.					Diminution de l'intensité par mm de la tension de la vapeur d'eau.			Quantité de chaleur absorbée par la vapeur d'eau atmosphérique.			
	0 [1] mm	3 mm	6 mm	9 mm	12 mm	de 6 mm à 9 mm	de 6 mm à 12 mm	de 9 mm à 12 mm	3 mm	6 mm	9 mm	12 mm
atm.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.	cal.
1.5	1.565	1.357	1.341	1.273	1.204	0.023	0.023	0.023	0.208	0.224	0.292	0.361
2.0	1.460	1.251	1.233	1.152	1.093	0.027	0.023	0.020	0.209	0.227	0.308	0.369
3.0	1.324	1.113	1.087	1.002	0.921	0.028	0.028	0.027	0.211	0.237	0.322	0.403
4.0	1.231	1.018	0.984	0.900	—	0.028	—	—	0.213	0.247	0.331	—
5.0	1.152	0.937	0.890	—	—	—	—	—	0.215	0.262	—	—
6.0	1.079	0.862	0.804	—	—	—	—	—	0.217	0.275	—	—
7.0	1.011	0.792	0.724	—	—	—	—	—	0.219	0.287	—	—
8.0	0.952	0.731	0.655	—	—	—	—	—	0.221	0.297	—	—
9.0	0.901	0.678	0.592	—	—	—	—	—	0.223	0.319	—	—
10.0	0.857	0.632	—	—	—	—	—	—	0.225	—	—	—

[1] Tension de la vapeur d'eau au lieu d'observation.

sèche. Pour l'intervalle $1.5 \leq m \leq 4$ atm. et $2 \leq e \leq 12$ mm, il s'ensuit du Tableau 15 1° que l'intensité Q_0 de la radiation solaire a subi à Upsala, pendant l'été de 1901, une diminution moyenne de 0.025 cal. pour une augmentation de 1 mm de e; 2° que l'absorption due à la vapeur d'eau a augmenté avec m pour une valeur donnée de e; 3° que, pour une valeur donnée de m, l'absorption due à la vapeur d'eau a diminué quand e a augmenté. Approximativement on a dans l'intervalle indiqué $\frac{\partial Q}{\partial e} = -0.025$, $\frac{\partial^2 Q_0}{\partial e \, \partial m} = -0.002$ et $\frac{\partial^2 Q_0}{\partial e^2} = 0.001$ en valeur moyenne.

Il s'ensuit aussi du Tableau 15 que, pendant l'hiver, l'intensité $Q_0(m, e)$ est plus grande que pendant l'été, comme on l'a vu aussi plus haut dans les Tableaux 10—12. Cependant il ressort du Tableau 15 que l'intensité $Q_0(m, 3)$ est plus petite qu'on ne s'y attendrait par rapport à la diminution de la quantité de la vapeur d'eau, en extrapolant des intensités $Q_0(m, 6)$, $Q_0(m, 9)$ et $Q_0(m, 12)$. Cette augmentation de l'absorption, pendant l'hiver, a monté à 0.009 cal. environ pour $m = 1.5$ et $m = 2$ atm. Pour les valeurs de m plus grandes, elle ne s'observe pas. Il est probable que cet accroissement de l'absorption est dû à l'eau solide de l'atmosphère. Même quand le

ciel paraît tout à fait clair, on découvre parfois de nombreux cristaux de neige flottant dans les couches les plus basses de l'atmosphère. On peut présumer que, pendant l'hiver, des cristaux de neige se trouvent souvent en grande quantité dans les couches intermédiaires, bien qu'ils ne forment pas de nuages visibles. C'est principalement l'eau liquide de l'atmosphère qui produit les grandes discontinuités de la radiation solaire qu'on observe à la surface terrestre.

M. K. Ångström a déterminé à Upsala, le 24 mars 1900, la répartition spectrale de l'énergie solaire correspondant à deux hauteurs différentes du soleil et en a calculé l'absorption causée par la vapeur d'eau atmosphérique.[1] Dans le Tableau 16, j'ai réuni les valeurs de Q_0, obtenues le 24 mars 1900, avec les mesures du 20 et du 21 mars 1901, réduites aux mêmes hauteurs du soleil c.-à-d. à $m = 1.92$ et à $m = 9.36$, comme aussi avec la valeur moyenne de Q_0 de 1901 pour $e = 3.0$ mm (Tableau 15). Il ressort du Tableau 16 que l'absorption a été, à la deuxième mesure du 24 mars 1900, un peu plus forte que les 20 et 21 mars 1901.

Tableau 16. — Intensité Q_0 de la radiation solaire réduite à la distance moyenne du soleil.

1900, Mars 24				1901, Mars 20		1901, Mars 21		1901, Moyennes	
Hauteur app. du soleil	Chemin parcouru	Tension de la vapeur d'eau	Radiation solaire	Tension de la vapeur d'eau	Radiation solaire	Tension de la vapeur d'eau	Radiation solaire	Tension de la vapeur d'eau	Radiation solaire
h	m	e	Q_0	e	Q_0	e	Q_0	e	Q_0
	atm.	mm	cal.	mm	cal.	mm	cal.	mm	cal.
31° 30′	1.92	3.3	1.313	2.5	1.327	2.6	1.292	3.0	1.260
5 52	9.36	3.7	0.624	2.8	0.684	4.0	0.633	3.0	0.660

En supposant que les bandes d'absorption ρ, σ, τ, Φ, Ψ, X et Υ soient dues, ainsi que a et, en partie, α à l'action de la vapeur d'eau, j'ai déduit du diagramme publié de la répartition spectrale de la radiation solaire, trouvée le 24 mars 1900, que l'énergie absorbée par la vapeur d'eau s'élevait à 0.211 cal. pour $m = 1.92$ atm. et à 0.245 cal. pour $m = 9.36$ atm., par minute et par cm carré de la surface terrestre. En réduisant, à l'aide de la Fig. 1, ces valeurs de l'absorption à la tension de 3.0 mm de la vapeur d'eau, on obtient 0.209 cal. et 0.224 cal. respectivement. Si l'on admet qu'en valeur moyenne la même quantité d'énergie fût absorbé en 1901, tant que la tension de la vapeur d'eau était de 3.0 mm, on obtient, à l'aide de la courbe $Q_0\,(m, 3)$ de la Fig. 1, $Q_0\,(1.92,\ 0) = 1.475$ et $Q_0\,(9.36,\ 0) = 0.885$. Les ordonnées d'une courbe reliant les deux points ($m = 1.92$, $Q_0 = 1.475$) et ($m = 9.36$, $Q_0 = 0.885$) et ayant autant que possible la même forme que les autres courbes de la Fig. 1, surtout celle de $Q_0\,(m, 3)$, représentent l'intensité hypothétique $Q_0 = Q_0\,(m, 0)$ de la radiation solaire après le passage par une atmosphère exempte de vapeur d'eau. Cette courbe a fourni les valeurs de $Q\,(m, 0)$ qu'on trouve au Tableau 15.

[1] Ångström, K.: Ueber die Bedeutung des Wasserdampfes und der Kohlensäure bei der Absorption der Erdatmosphäre (Ann. der Physik, IV, Bd. 3, 1900, p. 728 ff.).

L'incertitude de ces valeurs de $Q_0\ (m,\ 0)$ dépend d'une part de la détermination des valeurs $Q_0\ (1.92,\ 0) = 1.475$ et $Q_0\ (9.36,\ 0) = 0.885$ qui sont déduites d'une seule mesure et, par conséquent, peuvent être influencées par des irrégularités accidentelles de l'absorption, et de l'autre de la courbure choisie de la courbe $Q_0 = Q_0\ (m,\ 0)$. En examinant la Fig. 1, on s'apercevra que l'espace possible du plan $(m,\ Q_0)$ que peut affecter la courbe $Q_0 = Q_0\ (m,\ 0)$ est assez restreint, si on suppose les courbes inférieures exactes. L'erreur de $Q_0\ (m,\ 0)$ dépendant de l'incertitude de la courbure ne doit pas dépasser $\pm\ 0.005$ cal. L'erreur totale ne dépasse pas 0.020 cal.

L'atmosphère contenant toujours une certaine quantité de vapeur d'eau, il faut qu'on ait partout à la surface de la terre $Q_0\ (m,\ e) < Q_0\ (m,\ 0)$ pour n'importe quelle valeur de m. A l'aide de la courbe $Q_0 = Q_0\ (m,\ 0)$ de la Fig. 1, on trouve comme

Tableau 17. — Limite supérieure de la radiation solaire à la surface de la terre.

Latitude	Valeur minima de m	Limite supérieure de Q_0	Valeur maxima probable de Q
	atm.	cal.	cal.
0°	1.00	1.67	1.5
± 10	1.00	1.67	1.5
± 20	1.00	1.67	1.5
± 30	1.01	1.67	1.5
± 40	1.04	1.66	1.5
± 50	1.12	1.64	1.5
± 60	1.25	1.64	1.4
± 70	1.45	1.61	1.4
± 80	1.81	1.57	1.3
± 90	2.51	1.40	1.3

une valeur approchée $Q_0\ (1,\ 0) = 1\frac{2}{3}$ cal. Au niveau de la mer et à la pression atmosphérique normale, cette valeur doit représenter la limite supérieure de l'intensité Q_0 de la radiation solaire. En dehors des tropiques Q_0 ne saurait même monter à cette limite, la valeur de m étant toujours plus grande que 1 atm. (Tableau 17). En réalité, l'intensité Q, mesurée au niveau de la mer, ne doit que rarement dépasser les valeurs estimées de la dernière colonne du Tableau 17, comme cela résulte d'ailleurs des séries actuelles de mesures de la radiation solaire.

APPENDICE

TABLEAUX

Légende explicative du Tableau I et du Tableau II de l'Appendice.

s = lecture brute du milliampère-mètre.
θ = température du milliampère-mètre.
t = température intérieure du pyrhéliomètre.
Q = intensité de la radiation solaire en petites calories par cm^2.
Q_0 = valeur de Q réduite à la distance moyenne du soleil.
h = hauteur apparente du soleil.
m = chemin parcouru par la radiation solaire dans l'atmosphère de la terre.
n = nombre des mesures particulières réunies en valeur moyenne.

Tableau I. — Liste des mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Janvier						Janvier					
11	0^h20^m s.	82.75	—	+ 0.°4	0.6828	13	1^h58^m s.	81.82	—	+ 0.°3	0.6674
	0 22 s.	82.75	—	+ 0.8	0.6842		2 1 s.	81.31	—	+ 0.2	0.6588
	0 25 s.	82.47	—	+ 1.0	0.6798		2 3 s.	80.69	— 2.°1	+ 0.2	0.6487
	0 28 s.	82.32	—	+ 1.0	0.6772		2 30 s.	71.75	—	— 0.8	0.5120
	0 31 s.	82.05	— 2.°2	+ 1.0	0.6728		2 32 s.	70.80	—	— 0.6	0.4993
	0 37 s.	81.85	—	+ 1.0	0.6695		2 34 s.	69.60	—	— 0.6	0.4823
	0 39 s.	81.80	—	+ 1.1	0.6689		2 36 s.	68.76	—	— 0.6	0 4713
	0 42 s.	81.80	—	+ 1.1	0.6689		2 38 s.	67.45	— 1 3	— 0.8	0.4528
	0 44 s.	81.55	—	+ 1.2	0.6651	14	11 35 m.	93.72	—	— 0.2	0.8757
	0 46 s.	81.40	— 2.0	+ 1.2	0.6626		11 38 m.	93.82	—	— 1.6	0.8739
12	11 4 m.	88.85	—	— 1.8	0.7835		11 40 m.	94.07	—	— 1.2	0.8799
	11 6 m.	88.90	— 3.0	— 1.0	0.7865		11 43 m.	94.25	—	— 1.0	0.8837
13	11 37 m.	92 55	—	— 1.4	0.8378		11 45 m.	94.40	— 5.5	— 0.8	0.8870
	11 40 m.	92.30	—	— 1.0	0.8490		11 53 m.	94.30	—	— 0.8	0.8847
	11 43 m.	92.62	—	— 1.0	0.8551		11 56 m.	94.42	—	— 0.8	0.8870
	11 46 m.	92.77	—	± 0.0	0.8605		11 59 m.	94.65	—	— 1.0	0.8928
	11 48 m.	92.60	—	± 0.0	0.8573		0 2 s.	94.42	—	— 0.8	0.8870
	11 51 m.	92.82	— 3.1	+ 0.4	0.8628		0 4 s.	94.37	— 5.8	— 0.6	0.8868
	11 56 m.	92.85	—	+ 1.0	0 8650		0 20 s.	94.45	—	— 0.5	0.8895
	11 57 m.	92.72	—	+ 1.0	0.8625		0 23 s.	94.50	—	— 0.3	0.8911
	0 0 s.	92.83	—	+ 1 0	0.8645		0 26 s.	94.32	—	— 0.3	0.8875
	0 2 s.	92.67	—	+ 1.2	0.8622		0 29 s.	94.25	—	— 0.1	0.8868
	0 4 s.	92.57	— 3.0	+ 1.3	0.8605		0 32 s.	94.23	— 5.0	± 0.0	0.8865
	0 15 s.	92.42	—	+ 1.4	0.8579	17	11 43 m.	98.85	—	— 0.2	0.9785
	0 17 s.	92.00	—	+ 1 5	0.8503		11 46 m.	98.70	—	± 0.0	0.9760
	0 19 s.	92.15	—	+ 1.5	0.8531		11 49 m.	98.77	—	+ 0.2	0.9781
	0 21 s.	92.10	—	+ 1.6	0.8526		11 51 m.	98.92	—	+ 0.5	0.9820
	0 23 s.	92.21	— 3.1	+ 1.8	0.8546		11 54 m.	98.85	— 3.7	+ 0.8	0.9818
	0 34 s.	91.92	—	+ 1.7	0.8495		0 0 s.	98.63	—	+ 1.0	0.9776
	0 37 s.	91.58	—	+ 1.7	0.8432		0 2 s.	99.12	—	+ 1.0	0.9875
	0 39 s.	91.52	—	+ 1.7	0.8419		0 5 s.	98.71	—	+ 1.0	0.9791
	0 42 s.	91.56	—	+ 1.7	0.8427		0 7 s.	98.75	—	+ 1.0	0.9799
	0 44 s.	91.33	— 2.8	+ 1.7	0.8384		0 10 s.	98.87	— 4.1	+ 1.2	0.9830
	1 33 s.	86.85	—	— 0.2	0.7524		2 15 s.	84.50	—	— 1.0	0.7099
	1 35 s.	86.41	—	± 0.0	0.7448		2 18 s.	84.25	—	— 1.0	0.7055
	1 37 s.	86.32	—	+ 0.2	0.7438		2 20 s.	83.67	—	— 1.0	0.6957
	1 40 s.	85.77	—	+ 0.2	0.7342		2 23 s.	83.10	—	— 1.0	0.6860
	1 42 s.	85.50	— 2.4	+ 0.2	0.7294		2 28 s.	79.85	— 2.0	— 1.0	0.6326
	1 54 s.	83.10	—	± 0.0	0.6867		2 33 s.	78.15	—	— 1.2	0.6046
	1 56 s.	82.42	—	+ 0.2	0 6775		2 36 s.	76.70	—	— 1.0	0.5830

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Janvier						Janvier					
17	2^h39^m s.	75.47	—	— 1.°2	0.5638	30	11^h29^mm.	95.55	—	+ 5.°0	0.9316
	2 41 s.	74.32	—	— 1.5	0.5463		11 32 m.	95.62	— 0.°9	+ 5.0	0.9329
	2 43 s.	73.15	— 3.°8	— 2.0	0.5280		11 46 m.	96.35	—	+ 4.6	*0.9462
23	11 18 m.	96.67	—	+ 3.6	0.9530		11 48 m.	96.30	—	+ 5.0	*0.9465
	11 21 m.	96.42	—	+ 4.0	0.9486		11 50 m.	94.10	—	+ 4.8	*0.9018
	11 23 m.	96.47	—	+ 4.2	0.9502		11 53 m.	92.25	—	+ 5.0	*0.8670
	11 25 m.	96.87	—	+ 4.2	0.9584		11 56 m.	93.90	— 0.8	+ 4.8	*0.8977
	11 27 m.	96.65	+ 2.6	+ 4.4	0.9549	Février					
	11 40 m.	96.82	—	+ 5.0	0.9604	2	10 42 m.	87.42	—	± 0.0	*0.7599
	11 41 m.	96.97	—	+ 5.0	0.9637		10 45 m.	87.38	—	— 0.5	*0.7578
	11 43 m.	96.75	—	+ 5.0	0.9588		10 47 m.	87.28	—	— 0.8	*0.7554
	11 46 m.	96.95	—	+ 5.0	0.9632		10 50 m.	87.47	—	— 0.9	*0.7585
	11 47 m.	96.97	+ 3.0	+ 5.0	0.9637		10 52 m.	87.65	— 6.3	— 1.0	*0.7615
	11 59 m.	97.15	—	+ 5.0	0.9673		11 10 m.	88.32	—	— 1.2	*0.7730
	0 1 s.	97.15	—	+ 5.3	0.9684		11 13 m.	88.00	—	— 1.0	*0.7673
	0 3 s.	97.17	—	+ 5.5	0.9694		11 15 m.	87.95	—	— 1.1	*0.7663
	0 5 s.	96.87	—	+ 5.4	0.9627		11 19 m.	88.20	—	— 1.2	*0.7703
	0 6 s.	96.92	+ 3.0	+ 5.6	0.9646		11 21 m.	87.75	— 6.8	— 1.2	*0.7626
	0 17 s.	96.25	—	+ 6.0	0.9523		2 52 s.	75.32	—	— 5.0	0.5528
	0 19 s.	96.07	—	+ 6.0	0.9487		2 54 s.	75.12	—	— 4.2	0.5513
	0 21 s.	96.20	—	+ 6.2	0.9518		2 56 s.	74.82	—	— 4.0	0.5472
	0 23 s.	95.82	—	+ 6.5	0.9451		2 59 s.	74.22	—	— 4.0	0.5384
	0 25 s.	95.90	+ 3.3	+ 6.6	0.9469		3 2 s.	72.75	— 6.5	— 4.0	0 5170
	2 31 s.	76.90	—	+ 5.0	0.6028						
	2 33 s.	76.10	—	+ 5.0	0.5901	7	11 17 m.	103.15	—	— 3.0	1.0561
	2 35 s.	75.05	—	+ 5.2	0.5741		11 22 m.	102.75	—	— 0.5	1.0563
	2 38 s.	74.10	—	+ 5.2	0.5599		11 49 m.	103.45	—	— 1.2	1.0686
	2 40 s.	73.00	+ 3.5	+ 5.4	0.5438		11 51 m.	103.65	— 4.1	— 1.0	1.0733
	2 54 s.	65.90	—	+ 5.0	0.4434		0 7 s.	104.00	—	— 1.8	1.0780
	2 56 s.	64.35	*i* + 3.5	+ 5.0	0.4232		0 10 s.	103.92	—	— 1.5	1.0762
30	10 22 m.	92.10	—	+ 2.3	0.8561		0 13 s.	103.85	—	— 1.2	1.0762
	10 24 m.	92.17	—	+ 2.7	0.8586		0 15 s.	103.92	—	— 1.0	1.0781
	10 27 m.	92.77	—	+ 3.0	0.8708		0 18 s.	103.80	— 4.5	— 1.1	1.0755
	10 30 m.	94.02	—	+ 3.0	0.8949		0 28 s.	103.50	—	— 1.0	1.0700
	10 32 m.	94.13	— 1.0	+ 3.5	0.8988		0 30 s.	103.07	—	— 1.0	1.0611
	10 52 m.	95.90	—	+ 3.8	0.9348		0 33 s.	103.07	—	— 1.8	1.0584
	10 54 m.	96.07	—	+ 4.0	0.9387		0 36 s.	103.27	—	— 3.0	1.0541
	10 57 m.	96.25	—	+ 4.3	0.9431		0 38 s.	103.22	*i* — 4.2	— 3.0	1.0541
	11 0 m.	96.77	—	+ 4.5	0.9539		0 41 s.	102.35	—	— 2.1	1.0428
	11 3 m.	96.42	— 1.0	+ 4.4	0.9467		0 43 s.	102.20	—	— 1.5	1.0416
	11 21 m.	96.42	—	+ 5.0	0.9488		0 45 s.	102.44	—	— 1.0	1.0484
	11 23 m.	96.60	—	+ 5.0	0.9524		0 47 s.	102.05	—	— 1.0	1.0406
	11 26 m.	95.50	—	+ 5.0	0.9306		0 49 s.	101.97	— 4.0	— 1.0	1.0386

i valeur estimée. * valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Février						Février					
9	$1^h 32^m$ s.	100.60	—	+ 1.°8	1.0248	14	$0^h 5^m$ s.	106.76	—	— 1.°0	1.1392
	1 34 s.	100.50	—	+ 2.0	1.0242		0 7 s.	106.65	—	— 0.8	1.1373
	1 37 s.	100.15	—	+ 2.7	1.0197		0 9 s.	106.70	—	— 0.6	1.1392
	1 39 s.	100.13	—	+ 3.0	1.0201		0 12 s.	106.70	—	— 0.8	1.1386
	1 41 s.	100.12	+ 0.°8	+ 3.1	1.0201		0 14 s.	106.65	— 4.°0	— 0.9	1.1370
	1 51 s.	98.70	—	+ 4.0	0.9940		0 22 s.	106.72	—	— 0.8	1.1414
	1 53 s.	97.76	—	+ 4.0	0.9745		0 24 s.	106.62	—	— 1.0	1.1384
	1 56 s.	98.15	—	+ 4.0	0.9825		0 26 s.	106.67	—	— 1.0	1.1397
	1 58 s.	97.57	—	+ 4.0	0.9707		0 28 s.	106.54	—	— 1.0	1.1367
	2 0 s.	97.80	—	+ 4.0	0.9753		0 31 s.	106.51	— 3.9	— 1.0	1.1362
	2 3 s.	97.17	+ 0.8	+ 4.0	0.9625		0 39 s.	106.37	—	— 1.0	1.1331
	2 15 s.	96.10	—	+ 4.0	0.9420		0 41 s.	106.22	—	— 1.0	1.1298
	2 17 s.	95.95	—	+ 4.0	0.9389		0 43 s.	106.20	—	— 0.9	1.1302
	2 19 s.	95.70	—	+ 4.0	0.9341		0 46 s.	106.15	—	— 0.8	1.1292
	2 21 s.	95.55	—	+ 3.8	0.9302		0 48 s.	106.01	— 3.8	— 0.8	1.1262
	2 24 s.	95.41	+ 2.0	+ 3.7	0.9274	18	0 56 s.	105.20	—	— 1.0	1.1082
	2 34 s.	93.61	—	+ 3.8	0.8919		0 59 s.	105.72	—	— 0.4	1.1213
	2 37 s.	93.08	—	+ 3.8	0.8814		1 1 s.	104.60	—	± 0.0	1.0993
	2 39 s.	92.62	—	+ 3.8	0.8722		1 3 s.	102.42	—	+ 0.6	1.0630
	2 41 s.	92.10	—	+ 3.8	0.8625		1 6 s.	104.40	— 2.1	+ 1.0	1.0982
	2 44 s.	91.44	+ 1.2	+ 3.8	0.8500		1 11 s.	105.30	—	+ 1.0	1.1176
	3 4 s.	86.35	—	+ 4.0	0.7571		1 13 s.	104.65	—	+ 1.0	1.1038
	3 6 s.	85.87	—	+ 4.1	0.7488		1 16 s.	103.87	—	+ 1.0	1.0872
	3 9 s.	85.65	—	+ 4.1	0.7448		1 19 s.	103.30	—	+ 1.0	1.0773
	3 11 s.	84.35	—	+ 4.2	0.7224		1 21 s.	104.27	— 2.1	+ 1.1	1.0959
	3 14 s.	83.52	+ 1.6	+ 4.4	0.7085		2 55 s.	97.55	—	— 0.8	0.9543
	3 24 s.	78.52	—	+ 4.4	0.6250		2 58 s.	96.38	—	— 0.4	0.9322
	3 27 s.	77.09	—	+ 4.0	0.6016		3 0 s.	95.20	—	± 0.0	0.9103
	3 29 s.	75.45	—	+ 3.8	0.5762		3 3 s.	94.27	—	+ 0.2	0.8928
	3 32 s.	73.72	—	+ 3.0	0.5488		3 5 s.	93.59	— 1.8	+ 0.2	0.8797
	3 35 s.	72.05	+ 1.2	+ 3.0	0.5242		3 53 s.	80.57	—	— 1.0	0.6441
	3 44 s.	67.10	—	+ 2.0	0.4533		3 55 s.	79.60	—	— 0.5	0.6297
	3 46 s.	65.61	—	+ 2.0	0.4336		3 58 s.	78.17	—	— 0.4	0.6077
	3 50 s.	63.75	+ 0.8	+ 2.0	0.4098		4 0 s.	76.27	—	— 0.4	0.5783
14	10 19 m.	103.85	—	— 3.2	1.0706		4 2 s.	74.52	— 2.0	± 0.0	0.5532
	10 21 m.	104.15	—	— 2.5	1.0793		4 9 s.	71.80	—	± 0.0	0.5136
	10 24 m.	104.25	—	— 1.7	1.0845		4 11 s.	70.42	—	— 0.2	0.4939
	10 26 m.	104.17	— 4.8	— 1.1	1.0851		4 13 s.	69.15	—	± 0.0	0.4768
	11 49 m.	106.87	—	— 3.3	1.1329		4 15 s.	66.27	—	— 0.4	0.4376
	11 51 m.	106.72	—	— 2.6	1.1325		4 18 s.	64.10	— 2.1	— 0.5	0.4093
	11 53 m.	106.77	—	— 2.0	1.1358	Mars					
	11 56 m.	106.65	—	— 1.7	1.1343	1	1 45 s.	97.50	—	+ 1.0	*0.9580
	11 58 m.	106.57	— 4.2	— 1.2	1.1347		1 47 s.	97.40	—	+ 1.5	*0.9576

* valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Mars						Mars					
1	1^h50^m s.	97.15	—	+ 2.°0	*0.9542	14	11^h55^m m.	104.85	—	+ 9.°0	*1.1474
	1 52 s.	96.47	—	+ 2.4	*0.9415		11 58 m.	104.62	—	+ 10.5	*1.1479
	1 54 s.	96.30	— 1.°0	+ 3.0	*0.9401		0 0 s.	104.00	—	+ 11.5	*1.1377
	2 1 s.	95.82	—	+ 3.1	*0.9327		0 3 s.	104.57	—	+ 12.4	*1.1532
	2 3 s.	95.75	—	+ 3.1	*0.9312		0 5 s.	102.55	+ 7.°2	+ 12.6	*1.1097
	2 6 s.	95.56	—	+ 3.1	*0.9273	15	9 40 m.	104.12	—	+ 7.5	1.1246
	2 8 s.	95.18	—	+ 3.2	*0.9202		9 42 m.	104.15	—	+ 8.9	1.1298
	2 11 s.	94.63	+ 0.5	+ 3.5	*0.9103		9 45 m.	104.12	—	+ 9.5	1.1318
							9 48 m.	104.02	—	+ 10.6	1.1335
12	9 40 m.	102.05	—	+ 6.0	1.0741		9 50 m.	104.17	+ 5.8	+ 11.0	1.1379
	9 47 m.	102.25	—	+ 7.5	1.0837						
	9 49 m.	102.52	—	+ 7.5	1.0892		11 55 m.	107.43	—	+ 9.0	1.2042
	9 51 m.	102.75	—	+ 8.0	1.0956		11 57 m.	107.40	—	+ 9.8	1.2068
	9 53 m.	102.65	i + 5.0	+ 8.0	1.0936		0 1 s.	107.07	—	+ 10.3	1.2011
							0 3 s.	107.38	—	+ 11.0	1.2109
	11 59 m.	106.30	—	+ 7.9	1.1735		0 5 s.	107.37	+ 6.8	+ 11.2	1.2113
	0 1 s.	106.22		+ 9.0	1.1759						
	0 4 s.	106.00	—	+ 10.0	1.1749		1 4 s.	106.36	—	+ 10.0	1.1840
	0 6 s.	105.62	—	+ 10.2	1.1671		1 6 s.	106.50	—	+ 10.5	1.1895
	0 9 s.	105.60	+ 5.7	+ 11.0	1.1827		1 8 s.	106.27	—	+ 11.0	1.1858
							1 10 s.	106.12	—	+ 11.0	1.1827
	1 59 s.	106.70	—	+ 8.0	1.1846		1 12 s.	106.05	+ 7.0	+ 11.3	1.1821
	2 1 s.	106.55	—	+ 9.0	1.1849						
	2 4 s.	106.50	—	+ 9.4	1.1855		1 59 s.	104.67	—	+ 10.0	1.1473
	2 6 s.	106.45	—	+ 10.0	1.1867		2 1 s.	104.55	—	+ 10.6	1.1469
	2 9 s.	106.40	+ 7.2	+ 10.5	1.1874		2 3 s.	104.43	—	+ 10.9	1.1449
							2 5 s.	104.25	—	+ 11.0	1.1416
	3 1 s.	102.37	—	+ 8.5	1.0915		2 8 s.	104.32	+ 7.5	+ 11.2	1.1459
	3 3 s.	102.05	—	+ 9.4	1.0880						
	3 5 s.	101.65	—	+ 10.0	1.0812		2 56 s.	100.65	—	+ 9.6	1.0593
	3 8 s.	101.53	—	+ 10.5	1.0807		2 58 s.	100.27	—	+ 10.0	1.0527
	3 10 s.	101.37	+ 7.0	+ 11.0	1.0784		3 0 s.	99.98	—	+ 10.9	1.0496
							3 2 s.	99.47		+ 11.2	1.0394
	4 8 s.	91.30	-	+ 8.5	0.8644		3 5 s.	99.22	+ 7.8	+ 11.5	1.0353
	4 10 s.	90.67	—	+ 8.5	0.8525						
	4 13 s.	89.85	—	+ 8.4	0.8362	19	9 39 m.	107.00	—	+ 6.5	1.1829
	4 15 s.	89.02	—	+ 8.7	0.8217		9 42 m.	107.22	—	+ 7.0	1.1898
	4 18 s.	87.40	+ 6.0	+ 8.9	0.7919		9 45 m.	106.93	—	+ 7.7	1.1862
							9 47 m.	106.70	—	+ 8.0	1.1823
	4 53 s.	76.25	—	+ 7.0	0.5977		9 49 m.	107.45	+ 4.8	+ 8.3	1.2000
	4 55 s.	75.22	—	+ 7.0	0.5815						
	4 57 s.	73.77	—	+ 7.0	0.5598		11 18 m.	110.75	—	+ 7.8	1.2742
	5 0 s.	72.45	—	+ 6.8	0.5397		11 21 m.	110.65	—	+ 9.0	1.2765
	5 2 s.	71.35	+ 5.7	+ 6.4	0.5226		11 23 m.	110.55	—	+ 9.9	1.2780
							11 26 m.	110.12	—	+ 10.4	1.2694
14	9 50 m.	100.90	—	+ 8.8	*1.0622		11 28 m.	110.55	+ 5.3	+ 11.0	1.2823
	9 52 m.	100.35	—	+ 9.8	*1.0539						
	10 0 m.	100.25	—	+ 11.0	*1.0556		11 43 m.	110.90	—	+ 12.8	1.2979
	10 2 m.	100.50	—	+ 11.5	*1.0629		11 45 m.	110.90	—	+ 13.0	1.2986
	10 4 m.	101.00	+ 8.0	+ 12.0	*1.0752		11 47 m.	110.45	—	+ 13.0	1.2877

i valeur estimée. * valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Mars						Mars					
19	11^h50^mm.	110.27	—	+ 13.°0	1.2837	20	5^h17^m s.	78.65	—	+ 7.°0	0.6358
	11 53 m.	111.35	+ 5.°3	+ 13.0	1.3089		5 21 s.	77.05	+ 6.°0	+ 7.0	0.6105
	11 57 m.	110.95	—	+ 14.0	1.3041		5 28 s.	73.00	—	+ 6.2	0.5469
	11 59 m.	111.07	—	+ 14.0	1.3068		5 30 s.	72.35	—	+ 6.5	0.5379
	0 1 s.	111.15	—	+ 13.7	1.3073		5 32 s.	70.25	—	+ 6.5	0.5076
	0 3 s.	111.37	—	+ 13.5	1.3119		5 34 s.	68.50	—	+ 6.2	0.4820
	0 6 s.	111.72	+ 5.6	+ 13.2	1.3188		5 36 s.	66.95	+ 6.0	+ 6.6	0.4615
	1 2 s.	111.42	—	+ 9.2	1.2959		5 41 s.	62.00	—	+ 6.0	0.3957
	1 4 s.	111.42	—	+ 10.0	1.2995		5 43 s.	59.65	—	+ 6.0	0.3665
	1 7 s.	111.30	—	+ 10.2	1.2972		5 49 s.	51.95	—	+ 5.2	0.2787
	1 9 s.	111.00	—	+ 11.0	1.2933		5 51 s.	48.55	—	+ 5.0	0.2439
	1 11 s.	110.75	+ 6.0	+ 11.5	1.2899		5 53 s.	43.15	+ 6.0	+ 5.0	0.1939
	2 59 s.	105.85	—	+ 8.9	1.1672	21	11 59 m.	110.70	—	+ 8.0	1.2741
	3 1 s.	105.67	—	+ 9.7	1.1668		0 2 s.	110.92	—	+ 9.3	1.2847
	3 4 s.	104.65	—	+ 10.2	1.1458		0 4 s.	111.40	—	+ 10.0	1.2989
	3 6 s.	104.60	—	+ 10.9	1.1470		0 7 s.	111 50	—	+ 10.2	1.3017
	3 8 s.	104.32	+ 6.0	+ 11.0	1.1416		0 9 s.	110.77	+ 5.9	+ 10.8	1.2871
	4 7 s.	98.22	—	+ 9.0	1.0046		4 47 s.	89.62	—	+ 8.7	0.8328
	4 9 s.	97.75	—	+ 9.0	0.9947		4 49 s.	89.12	—	+ 8.6	0.8232
	4 12 s.	97.55	—	+ 9.8	0.9933		4 52 s.	87.80	—	+ 8.7	0.7989
	4 14 s.	96.72	—	+ 9.9	0.9745		4 54 s.	86.80	—	+ 8.7	0.7803
	4 17 s.	96.55	+ 6.0	+ 10.0	0.9714		4 56 s.	86.65	+ 6.1	+ 8.7	0.7777
	4 58 s.	85.15	—	+ 8.3	0.7491		5 7 s.	82.12	—	+ 8.0	0.6955
	5 0 s.	84.25	—	+ 8.0	0.7325		5 10 s.	81.47	—	+ 7.9	0.6843
	5 3 s.	83.32	—	+ 8.0	0.7161		5 12 s.	80.45	—	+ 8.0	0.6673
	5 5 s.	82.42	—	+ 8.0	0.7004		5 15 s.	79.27	—	+ 7.8	0.6472
	5 7 s.	81.57	+ 5.5	+ 8.0	0.6858		5 17 s.	78.85	+ 5.9	+ 7.4	0.6396
	5 48 s.	50.97	—	+ 5.2	0.2678		5 26 s.	73.92	—	+ 6.2	0.5606
	5 50 s.	48.45	—	+ 4.8	0.2422		5 28 s.	72.47	—	+ 6.2	0.5389
	5 52 s.	46.10	+ 4.4	+ 4.0	0.2194		5 31 s.	71.15	—	+ 6.2	0.5195
20	0 0 s.	112.62	—	+ 9.0	1.3236		5 33 s.	69.55	—	+ 6.5	0.4972
	0 3 s.	112.42	—	+ 9.6	1.3214		5 35 s,	68.47	+ 5.8	+ 6.5	0.4822
	0 5 s.	112.45	—	+ 10.0	1.3237		5 40 s.	63.67	—	+ 6.0	0.4171
	0 7 s.	112.52	—	+ 10.0	1.3253		5 42 s.	62.25	—	+ 6.0	0.3991
	0 9 s.	112.12	+ 6.0	+ 10.2	1.3164		5 45 s.	60.15	—	+ 5.8	0.3726
	4 43 s.	92.27	—	+ 8.0	0.8821		5 47 s.	57.30	—	+ 6.0	0.3386
	4 46 s.	91.90	—	+ 8.0	0.8751		5 49 s.	55.12	+ 6.3	+ 5.8	0.3138
	4 48 s.	91.44	—	+ 8.0	0.8660	22	0 13 s.	111.37	—	+ 8.4	1.2912
	4 50 s.	90.60	—	+ 8.0	0.8500		0 16 s.	110.35	—	+ 9.6	1.2723
	4 53 s.	89.68	+ 6.4	+ 8.0	0.8325		0 18 s.	110.42	—	+ 10.4	1.2750
	5 8 s.	84.17	—	+ 6.8	0.7288		0 20 s.	110.38	—	+ 11.2	1.2771
	5 11 s.	82.95	—	+ 7.0	0 7079		0 23 s.	109.97	+ 6.0	+ 11.8	1.2727
	5 13 s.	81.52	—	+ 7.0	0.6834						

Mois et date	Temps local vrai	s	η	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	η	t	Q
Mars						Avril					
22	4^h31^m s.	94.22	—	+ 8.°8	0.9232	6	6^h16^m s.	68.12	—	+ 6.°2	0.4772
	4 35 s.	93.82	—	+ 9.2	0.9164		6 19 s.	65.37	+ 6.°8	+ 6.0	0.4394
	4 37 s.	92.85	—	+ 9.7	0.8987	18	11 47 m.	113.45	—	+ 9.0	1.3441
	4 39 s.	92.02	—	+ 10.0	0.8974		11 50 m.	113.25	—	+ 9.5	1.3416
	4 41 s.	91.57	+ 7.°0	+ 10.0	0 8745		11 52 m.	113.37	—	+ 10.6	1.3493
	5 20 s.	77.55	—	+ 9.0	0.6228		11 55 m.	113.62	—	+ 11.0	1.3569
	5 22 s.	76.65	—	+ 9.0	0 6084		11 57 m.	113.57	+ 6.8	*i* + 11.7	1.3586
	5 24 s.	76.01	—	+ 9.0	0 5984		0 6 s.	113.30	—	+ 12.4	1.3548
	5 27 s.	74 32	—	+ 9.0	0.5725		0 8 s.	113.00	—	+ 12.8	1.3495
	5 29 s.	72.80	+ 6.8	+ 9.0	0.5493		0 16 s.	113.16	—	+ 12.2	1.3507
	5 43 s.	62.90	—	+ 8.0	0.4101		0 18 s.	113.00	—	+ 13.0	1.3503
	5 45 s.	60.97	—	+ 8.0	0.3857		0 20 s.	113.02	+ 6.8	+ 12.8	1.3500
	5 46 s.	58.95	—	+ 8.0	0.3608		5 31 s.	97.37	—	+ 8.7	0.9881
	5 48 s.	56.80	—	+ 7.8	0.3353		5 33 s.	96.82	—	+ 8.9	0.9775
	5 50 s.	54.77	+ 7.2	+ 7.6	0.3119		5 36 s.	96.05	—	+ 9.0	0.9622
Avril							5 38 s.	95.58	—	+ 9.0	0.9523
5	11 48 m.	112.55	—	+ 11.0	1.3312		5 40 s.	95.07	+ 8.3	+ 9.0	0.9422
	11 50 m.	112.05	—	+ 11.2	1.3200		5 55 s.	91.60	—	+ 9.2	0.8744
	11 52 m.	112.17	—	+ 11.8	1 3255		5 57 s.	90.90	—	+ 9.2	0.8607
	11 55 m.	112.02	—	+ 12.0	1.3225		5 59 s.	90.73	—	+ 9.0	0.8571
	11 57 m.	111.62	+ 6.9	+ 12.6	1.3161		6 1 s.	89.91	—	+ 9.0	0.8413
	0 3 s.	111.72	—	+ 12.6	1.3182		6 3 s.	89.12	+ 8.7	+ 9.2	0.8272
	0 5 s.	111.65	—	+ 12.2	1.3148		0 32 s.	113.47	—	+ 10.0	1 3507
	0 7 s.	111.20	—	+ 12.4	1.3046	19	0 34 s.	113.55	—	+ 10.8	1.3559
	0 10 s.	111.45	+°6.8	+ 12.7	1.3118		0 37 s.	113.45	—	+ 11.6	1.3569
6	5 24 s.	92.55	—	+ 8.0	0.8878		0 39 s.	113.46	—	+ 12.0	1.3586
	5 26 s.	91.82	—	+ 8.0	0.8740		0 42 s.	112.97	+ 7.9	+ 13.0	1.3511
	5 28 s.	91.32	—	+ 8.2	0.8647		3 4 s.	109.90		+ 10.0	1.2662
	5 30 s.	90 60		+ 8.3	0 8510		3 7 s.	110.67	—	+ 11.0	1.2881
	5 32 s.	89.92	+ 6.8	+ 8.3	0.8381		3 9 s.	109.95	—	+ 12.0	1.2753
	5 39 s.	87.47	—	+ 8.5	0.7931		3 11 s.	109.70	—	+ 13.0	1.2733
	5 41 s.	86.70	—	+ 8.3	0.7808		3 13 s.	109.47	+ 8.0	+ 13.1	1.2684
	5 44 s.	85.82	—	+ 8.0	0.7616	25	11 59 m.	110.30	—	+ 16.2	1.3066
	5 47 s.	84.60	—	+ 8.0	0.7397		0 1 s.	110.13	—	+ 17.0	1.3054
	5 49 s.	84.02	+ 6.8	+ 8.0	0.7297		0 3 s.	110.72	—	+ 17.3	1.3209
	5 53 s.	81.97	—	+ 8.0	0.6942		0 5 s.	110.82	—	+ 18.0	1.3262
	5 56 s.	80.90	—	+ 8.0	0.6758		0 7 s.	110.80	—	+ 18.4	1.3271
	5 59 s.	79.82	—	+ 8.0	0.6575		0 8 s.	110.81	—	+ 18.8	1.3291
	6 1 s.	78.10	—	+ 8.0	0.6296		0 11 s.	110.87	+ 13.2	+ 18.8	1.3305
	6 3 s.	76.87	+ 6.9	+ 7.8	0.6098						
	6 9 s.	73.22	—	+ 7.2	0.5525	26	1 36 s.	111.27	—	+ 15.0	1.3228
	6 11 s.	72.15	—	+ 7.0	0.5361		1 38 s.	111.05	—	+ 16.0	1.3214
	6 14 s.	70.57	—	+ 6.7	0.5127		1 40 s.	110.92	—	+ 16.0	1.3185

i valeur estimée.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Avril					
26	$1^h 42^m$ s.	110.75	—	+ 16.°0	1.3145
	1 44 s.	110.95	+ 11.°8	+ 16.3	1.3204
	2 32 s.	110.22	—	+ 15.0	1.2985
	2 35 s.	109.68	—	+ 15.6	1.2880
	2 37 s.	109.35	—	+ 16.0	1.2817
	2 41 s.	108.46	—	+ 16.8	1.2642
	2 44 s.	107.93	—	+ 17.2	1.2535
	2 46 s.	108.10	+ 12.2	+ 17.4	1.2582
	4 19 s.	84 20	—	+ 14.0	0.7513
	4 21 s.	83.90	—	+ 14.2	0.7464
	4 25 s.	82.05	—	+ 15.0	0.7152
	4 27 s.	82.00	—	+ 15.0	0.7144
	4 29 s.	81.82	+.12.8	+ 15.2	0.7116
30	5 50 s.	86.92	—	+ 19.0	*0.8388
	5 52 s.	86.52	—	+ 19.6	*0.8327
	5 54 s.	86.70	—	+ 19.8	*0.8364
	5 56 s.	86.27		+ 20.0	*0.8286
	5 58 s.	85 86	+ 17.3	+ 20.2	*0.8211
Mai					
15	0 38 s	104.70	—	+ 24.4	1.2135
	0 40 s.	104.82	—	+ 25.2	1.2191
	0 42 s.	104 77	—	+ 26.0	1.2209
	0 45 s.	104.10	—	+ 26.4	1.2068
	0 47 s.	104.17	+ 21.4	+ 27.0	1.2107
16	0 57 s.	111.00	*i* + 19.0	+ 17.0	1.3319
31	0 42 s.	102.62	—	+ 21.0	*1.1521
	0 44 s.	101.05	—	+ 21.0	*1.1171
	0 47 s.	101.90	+ 19.0	+ 22.0	*1.1397
Juin					
1	0 33 s.	108.62	—	+ 22.2	1.2960
	0 40 s.	108.30	—	+ 23.0	1.2918
	0 42 s.	108.50	—	+ 23.6	1.2988
	0 45 s.	108.90	—	+ 24.0	1.3099
	0 47 s.	108.05	+ 20.0	+ 24.2	1.2902
15	10 11 m.	109.02	—	+ 21.0	1.3002
	10 14 m.	108.92	—	+ 21.0	1.2978
	10 16 m.	108.25	—	+ 21.4	1.2836
	10 18 m.	108.32	—	+ 21.6	1.2863
	10 20 m.	108.27	+ 18.9	+ 22.0	1.2863
	0 13 s.	108.60	—	+ 22.0	1.2939
	0 15 s.	108.47	—	+ 23.6	1.2972
	0 17 s.	108.20	—	+ 23.5	1.2909
	0 18 s.	107.97	—	+ 23.8	1.2861
	0 20 s.	108.22	+ 18.8	+ 24.0	1.2928
Juin					
15	$6^h 47^m$ s.	81.75	—	+ 20.°5	0.7269
	6 49 s.	82.35	—	+ 21.0	0.7385
	6 52 s.	81.12		+ 21.2	0.7168
	6 54 s	81.27	—	+ 21.5	0.7204
	6 56 s.	80.82	+ 20.°1	+ 21.8	0.7127
16	1 52 s.	104.97		+ 21.2	1.2070
	1 55 s.	104.47		+ 22.2	1.1986
	1 57 s.	104.60	—	+ 23.0	1.2045
	1 59 s.	104.30	—	+ 23 0	1.1977
	2 1 s.	103.82	+ 19.2	+ 23.4	1.1875
21	9 14 m.	108.10	—	+ 23.8	1.2893
	9 16 m.	108.40	—	+ 23 8	1.2965
	9 18 m.	108.52	—	+ 24.2	1.3006
	9 19 m	108.60		+ 24.0	1.3019
	9 21 m.	108.52	+ 19.0	+ 23.8	1.2993
	0 6 s.	108.27	—	+ 24 5	1 2976
	0 8 s.	108.62	—	+ 24.5	1.3056
	0 10 s.	109.12		+ 24.6	1.3181
	0 12 s.	108.70	—	+ 25 0	1.3096
	0 14 s.	109.30	+ 20.5	+ 25.0	1.3238
	2 53 s.	108.07		+ 22.5	1.2850
	2 58 s.	106.35		+ 26.0	1.2582
	3 1 s.	106.42	—	+ 26 2	1.2602
	3 3 s.	106.65	—	+ 27.0	1.2684
	3 5 s.	106.67	+ 20.9	+ 27 0	1.2690
	7 37 s.	76.62		+ 24.2	*0.6460
	7 39 s.	75.50	—	+ 24.0	*0.6272
	7 41 s.	75.20	—	+ 23.5	*0.6214
	7 43 s.	74.42		+ 23.6	*0.6088
	7 45 s.	74.35	+ 21.6	+ 23.2	*0.6064
23	9 31 m	105 67	—	+ 26.0	1.2427
	9 34 m.	105.35	+ 23.2	+ 26.8	1.2385
	5 48 s.	94.20	—	+ 29.0	*0.9953
	5 50 s.	93.82	—	+ 29.0	*0.9873
	5 52 s.	93.85	—	+ 29.0	*0.9879
	5 55 s.	93.77	—	+ 29.5	*0.9875
	5 58 s.	93.35	+ 24.9	+ 29.5	*0.9789
24	0 39 s.	105.45	—	+ 28.0	1.2461
	0 43 s.	104.95		+ 29.2	1.2389
	0 45 s.	104.82	+ 25.3	+ 29.5	1.2372
	5 12 s.	93.55	—	+ 27.7	0.9779
	5 14 s	93.00	—	+ 28.0	0.9669
	5 16 s.	92.92		+ 28.5	0.9667

i valeur estimée. * valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Juin						Juillet					
24	$5^h 19^m$ s.	92.07	—	+ 29.°2	0.9506	3	$2^h 7^m$ s.	110.05	—	+ 23.°6	1.3373
	5 22 s.	90.72	+ 25.°8	+ 29.6	0.9242		2 9 s.	109.58	—	+ 24.2	1.3284
25	8 54 m.	101.30	—	+ 26.0	1.1427		2 11 s.	109.65	+ 21.°0	+ 24.3	1.3304
	8 56 m.	101.17	—	+ 27.0	1.1433		5 2 s.	104.15	—	+ 23.2	1.1964
	8 58 m.	101.27	—	+ 28.0	1.1491		5 4 s.	104.10	—	+ 23.5	1.1966
	9 0 m.	101.12	—	+ 28.6	1.1476		5 6 s.	103.85	—	*i* + 23.8	1.1915
	9 2 m.	101.02	+ 25.2	+ 28.6	1.1457		5 8 s.	103.52	—	+ 24.0	1.1848
28	8 24 s.	61.92	—	+ 21.7	0.4201		5 10 s.	103.65	+ 21.3	+ 24.3	1.1887
	8 27 s.	61.20	—	+ 21.7	0.4108		6 44 s.	94.80	—	+ 23.0	0.9886
	8 29 s.	60.47	—	+ 21.7	0.4010		6 46 s.	94.60	—	+ 23.0	0.9846
	8 31 s.	59.55	—	+ 21.7	0.3889		6 48 s.	94.35	—	+ 23.0	0.9792
	8 34 s.	58.77	+ 20.1	+ 21.7	0.3792		6 50 s.	93.95	—	+ 23.0	0.9710
29	7 7 m.	101.22	—	+ 23.0	1.1286		6 52 s.	93.32	+ 21.0	+ 23.0	0.9577
	7 9 m.	101.20	—	+ 23.0	1.1284		7 49 s.	81.20	—	+ 25.0	0.7265
	7 11 m.	101.52	—	+ 24.0	1.1391		7 51 s.	80.97	—	+ 23.4	0.7192
	7 13 m.	100.65	—	+ 24.0	1.1199		7 52 s.	80.27	—	+ 22.8	0.7054
	7 15 m.	101.25	+ 20.3	+ 24.0	1.1331		7 54 s.	79.32	—	+ 22.4	0.6881
	9 28 m.	106.95	—	+ 22.6	1.2594		7 56 s.	78.62	+ 20.7	+ 22.0	0.6753
	9 30 m.	107.03	—	+ 23.6	1.2651	8	6 34 s.	91.05	—	+ 27.8	0.9257
	9 32 m.	107.15	—	+ 24.0	1.2692		6 36 s.	90.45	—	+ 27.8	0.9134
	9 34 m.	107.21	—	+ 24.3	1.2719		6 38 s.	90.15	—	+ 28.0	0.9081
	9 36 m.	107.11	+ 21.8	+ 24.7	1.2711		6 40 s.	89.50	—	+ 28.0	0.8949
	0 41 s.	107.20	—	+ 24.0	1.2703		6 42 s.	89.82	+ 25.3	+ 28.0	0.9015
	0 53 s.	107.60	+ 21.3	+ 25.0	1.2840		7 51 s.	73.10	—	+ 28.8	0.5971
Juillet							7 53 s.	72.80	—	+ 28.0	0.5910
1	4 55 s.	100.20	—	+ 23.2	1.1074		7 55 s.	72.40	—	+ 27.8	0.5841
	4 57 s.	100.87	—	+ 23.6	1.1239		7 57 s.	71.90	—	+ 27.5	0.5756
	4 59 s.	100.47	—	+ 23.5	1.1146		7 59 s.	71.55	+ 24.7	+ 27.2	0.5695
	5 0 s.	100.50	—	+ 24.0	1.1169						
	5 2 s.	100.55	+ 21.8	+ 24.0	1.1180	9	9 59 m.	107.67	—	+ 26.5	1.2933
							10 1 m.	106.80	—	+ 27.0	1.2740
2	1 37 s.	108.37	—	+ 23.0	1.2951		10 3 m.	107.42	—	+ 27.5	1.2912
	1 39 s.	108.31	—	+ 24.5	1.2995		10 5 m.	106.62	—	+ 27.8	1.2732
	1 41 s.	107.75	—	+ 25.4	1.2895		10 6 m.	107.40	+ 25.0	+ 28.0	1.2927
	1 44 s.	107.32	—	+ 26.6	1.2837						
	1 46 s.	107.20	+ 22.1	+ 27.0	1.2820		11 8 m.	108.07	—	+ 26.3	1.3020
							11 10 m.	107.55	—	+ 26.8	1.2916
	5 54 s.	97.17	+ 21.8	+ 23.5	1.0419		11 12 m.	107.77	—	+ 27.0	1.2975
3	0 31 s.	110.52	—	+ 22.8	1.3456		11 14 m.	107.80	—	+ 27.2	1.2990
	0 33 s.	110.90	—	+ 23.5	1.3575		11 16 m.	107.75	+ 24.8	+ 27.4	1.2983
	0 35 s.	110.35	—	+ 24.0	1.3461						
	0 37 s.	110.60	—	+ 24.7	1.3550		11 57 m.	107.65	—	+ 26.3	1.2920
	0 39 s.	110.67	+ 21.1	+ 24.4	1.3553		11 59 m.	107.45	—	+ 27.2	1.2901
							0 2 s.	107.57	—	+ 27.5	1.2949
	2 2 s.	109.95	—	+ 23.0	1.3323		0 5 s.	107.47	—	+ 27.8	1.2934
	2 4 s.	109.88	—	+ 23.6	1.3332		0 7 s.	107.45	+ 24.7	+ 28.2	1.2942

i valeur estimée.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Juillet						Juillet					
9	$1^h\ 7^m$ s.	106.57	—	+ 26.°2	1.2652	11	$0^h 16^m$ s.	108.22	—	+ 32.°2	1.3297
	1 9 s.	106.60	—	+ 27.2	1.2697		0 18 s	108.25	+ 29.°3	+ 32.6	1.3323
	1 11 s.	107.35	—	+ 27.0	1.2870	12	0 5 s.	104.87	—	+ 29.6	1.2394
	1 13 s.	107.37	—	+ 28.0	1.2913		0 7 s.	104.50	—	+ 30.5	1.2338
	1 15 s.	107.40	+ 24.°8	+ 28.0	1.2921		0 9 s.	104.32	—	+ 31.2	1.2318
	2 2 s.	107.12	—	+ 26.6	1.2801		0 11 s.	104.32	—	+ 32.0	1.2347
	2 4 s.	106.92	—	+ 27.0	1.2770		0 13 s.	104.30	+ 28.2	+ 32.2	1.2348
	2 6 s.	106.67	—	+ 27.4	1.2723		6 5 s.	90.05	—	+ 29.4	0.9108
	2 8 s.	106.12	—	+ 28.0	1.2616		6 7 s.	89.83	—	+ 30.0	0.9078
	2 11 s.	106.22	+ 24.8	+ 28.3	1.2648		6 9 s.	87.95	—	+ 30.4	0.8704
	2 54 s	105.25	—	+ 27.0	1.2375		6 11 s.	88.35	—	+ 30.4	0.8787
	2 56 s.	104.60	—	+ 27.5	1.2242		6 13 s.	87.50	+ 28.7	+ 31.0	0.8634
	2 58 s.	104.97	—	+ 28.0	1.2347	19	11 57 m.	104.02	—	+ 30.0	1.2207
	3 0 s.	104.76	—	+ 28.4	1.2310		11 59 m.	103.95	—	+ 30.6	1.2212
	3 2 s.	104.78	+ 25.0	+ 28.4	1.2315		0 1 s.	103.70	—	+ 31.5	1.2182
	4 5 s.	101.65	—	+ 27.4	1.1559		0 3 s.	103.85	—	+ 31.8	1.2228
	4 7 s.	101.30	—	+ 28.0	1.1497		0 5 s.	103.57	+ 28.3	+ 32.4	1.2183
	4 9 s.	100.97	—	+ 28.0	1.1425		6 8 s.	85.82	—	+ 31.6	*0.8318
	4 11 s.	101.05	—	+ 28.0	1.1441		6 10 s.	85.72	—	+ 31.7	*0.8301
	4 13 s.	100.93	+ 25.4	+ 28.4	1.1429		6 12 s.	85.55	—	+ 32.0	*0.8274
	5 2 s.	101.07	—	+ 27.0	1.1411		6 13 s.	85.15	—	+ 32.0	*0.8197
	5 4 s.	100.65	—	+ 27.8	1.1344		6 15 s.	84.87	+ 29.0	+ 32.2	*0.8146
	5 6 s.	100.40	—	+ 28.0	1.1295	20	0 1 s.	102.55	—	+ 32.0	1.1932
	5 7 s.	100.40	—	+ 28.2	1.1301		0 3 s.	102.17	—	+ 32.3	1.1855
	5 9 s.	100.22	+ 25.6	+ 28.5	1.1274		0 5 s.	102.65	—	+ 33.5	1.2013
	6 3 s.	93.60	—	+ 27.0	0.9769		0 7 s.	102.82	+ 29.7	+ 34.0	1.2068
	6 6 s.	94.42	—	+ 27.4	0.9953	21	1 1 s.	102.95	—	+ 31.4	1.2005
	6 8 s.	93.60	—	+ 28.2	0.9803		1 3 s.	102.82	—	+ 32.0	1.1997
	6 10 s.	93.15	—	+ 28.6	0.9722		1 5 s.	102.70	—	+ 32.6	1.1990
	6 12 s.	93.70	+ 25.8	+ 29.0	0.9846		1 7 s.	102.60	—	+ 33.0	1.1980
	7 0 s.	87.57	—	+ 27.4	0.8547		1 9 s.	102.65	+ 30.6	+ 33.5	1.2013
	7 2 s.	87.02	—	+ 27.4	0.8440		5 57 s.	80.72	—	+ 32.0	*0.7357
	7 3 s.	87.00	—	+ 27.6	0.8444		5 59 s.	81.55	—	+ 32.2	*0.7513
	7 5 s.	86.52	—	+ 27.8	0.8350		6 1 s.	81.67	—	+ 32.8	*0.7551
	7 7 s.	85.70	+ 25.2	+ 28.0	0.8196		6 3 s.	81.45	—	+ 33.0	*0.7516
	7 58 s.	71.82	—	+ 27.6	0.5746		6 5 s.	80.97	+ 31.5	+ 33.0	*0.7427
	8 0 s.	71.20	—	+ 26.8	0.5633	23	11 57 m.	100.90	—	+ 32.0	1.1552
	8 2 s.	70.85	—	+ 26.0	0.5568		11 59 m.	100.85	—	+ 32.5	1.1558
	8 4 s.	70.30	—	+ 26 0	0.5482		0 1 s.	100.97	—	+ 32.2	1.1574
	8 6 s.	69.20	+ 24.3	+ 25.8	0.5310		0 3 s.	101.02	—	+ 32.0	1 1579
11	0 10 s.	108.60	—	+ 29.6	1.3293		0 5 s.	100.85	+ 29.6	+ 32.0	1.1540
	0 12 s.	108.65	—	+ 30.2	1.3328		5 52 s.	82.05	—	+ 32.0	*0.7603
	0 14 s.	108.32	—	+ 31.5	1.3298		5 54 s.	81.75	—	+ 32.2	*0.7552

* valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Juillet						Août.					
23	$5^h 56^m$ s.	81.10	—	+ 32.°8	*0.7448	3	$5^h 20^m$ s.	98.42	—	+ 24.°0	1.0714
	5 58 s.	80.70	—	+ 33.0	*0.7377		5 22 s.	98.22	—	+ 23.6	1.0656
	6 0 s.	79.95	+ 31.°2	+ 33.0	*0.7239		5 24 s.	98.05	—	+ 23.0	1.0598
							5 26 s.	98.05	—	+ 23.0	1.0598
26	0 12 s.	104.50	—	+ 30.0	1.2321		5 28 s.	97.77	+ 23.°0	+ 23.0	1.0538
	0 15 s.	104.60	—	+ 31.5	1.2398						
	0 17 s.	104.20	—	+ 32.0	1.2319	5	5 53 s.	89.02	—	+ 21.4	*0.8664
	0 19 s.	104.15	—	+ 32.4	1.2324		5 56 s.	86.80	—	+ 21.0	*0.8221
	0 21 s.	103.90	+ 28.9	+ 32.4	1.2265		5 58 s.	87.37	—	+ 21.0	*0.8333
Août							6 0 s.	87.37	—	+ 21.0	*0.8333
1	8 48 m	103.25	—	+ 27.0	1.1907		6 2 s.	87.97	+ 21.7	+ 21.0	*0.8448
	8 50 m.	103.97	—	+ 27.4	1.2089	6	0 33 s.	108.62	—	+ 22.0	1.2958
	8 52 m.	103.70	—	+ 27.7	1.2038		0 35 s.	108.62	—	+ 22.6	1.2982
	8 55 m.	104.00	—	+ 28.0	1.2120		0 37 s.	108.42	—	+ 23.2	1.2960
	8 58 m.	103.95	+ 25.0	+ 28.8	1.2137		0 39 s.	108.60	—	+ 23.2	1.3004
							0 41 s.	108.56	+ 20.8	+ 23.0	1.2986
	10 24 m.	105.62	—	+ 28.0	1.2502						
	10 29 m.	104.60	—	+ 28.8	1.2287	8	8 33 m.	100.90	—	+ 22.8	1.1218
	10 32 m.	104.95	—	+ 29.6	1.2403		8 35 m.	101.05	—	+ 24.0	1.1289
	10 34 m.	105.17	+ 25.8	+ 30.0	1.2472		8 37 m.	100.87	—	+ 24.7	1.1275
							8 39 m.	100.87	—	+ 25.2	1.1290
	11 55 m.	106.57	—	+ 28.2	1.2737		8 41 m.	100.45	+ 21.7	+ 25.5	1.1209
	11 57 m.	106.90	—	+ 29.0	1.2848						
	11 59 m.	106.85	—	+ 29.0	1.2837	9	7 50 m.	101.20	—	+ 22.4	1.1265
	0 1 s.	106.85	—	+ 29.4	1.2853		7 52 m.	101.32	—	+ 23.2	1.1320
	0 3 s.	106.82	+ 26.0	+ 29.0	1.2828		7 55 m.	100.97	—	+ 24.0	1.1270
							7 57 m.	101.22	—	+ 24.5	1.1346
	1 31 s.	107.30	—	+ 28.2	1.2912		7 59 m.	101.37	—	+ 25.0	1.1394
	1 33 s.	106.77	—	+ 28.0	1.2777		8 1 m.	101.37	+ 21.2	+ 25.0	1.1394
	1 35 s.	105.90	—	+ 27.5	1.2552						
	1 37 s.	106.70	—	+ 28.0	1.2760		10 40 m.	106.97	—	+ 23.0	1.2619
	1 39 s.	106.37	+ 26.0	+ 28.7	1.2710		10 42 m.	106.27	—	+ 24.3	1.2502
							10 44 m.	106.42	+ 22.2	i + 25.0	1.2562
	5 50 s.	93.15	—	+ 27.8	0.9705						
	5 52 s.	92.80	—	+ 28.0	0.9633		0 12 s.	103.92	—	+ 23.4	*1.1918
	5 54 s.	92.50	—	+ 28.2	0.9575		0 15 s.	105.15	—	+ 24.6	*1.2251
	5 56 s.	92.30	—	+ 28.4	0.9539		0 17 s.	104.60	—	+ 25.0	*1.2135
	5 58 s.	92.10	+ 27.2	+ 28.2	0.9492		0 19 s.	104.10	+ 22.0	+ 26.0	*1.2058
	7 17 s.	71.25	—	+ 26.4	0.5637		1 33 s.	106.35	—	+ 23.8	1.2504
	7 19 s.	70.40	—	+ 26.6	0.5509		1 35 s.	106.32	—	+ 24.3	1.2516
	7 20 s.	69.75	—	+ 26.8	0.5414		1 37 s.	106.07	—	+ 25.0	1.2484
	7 22 s.	68.95	—	+ 26.6	0.5287		1 39 s.	106.02	—	i + 25.5	1.2493
	7 24 s.	67.75	+ 26.2	+ 26.5	0.5105		1 41 s.	105.22	+ 22.8	+ 26.0	1.2322
2	11 58 m.	107.50	—	+ 27.4	1.2929		2 45 s.	104.42	—	+ 24.2	1.2067
	0 1 s.	107.45	—	+ 27.8	1.2935		2 47 s.	104.42	—	+ 25.3	1.2109
	0 3 s.	107.10	—	+ 27.8	1.2848		2 49 s.	104.15	—	+ 26.0	1.2074
	0 5 s.	107.15	—	+ 28.2	1.2873		2 51 s.	103.72	—	+ 26.8	1.2003
	0 7 s.	107.35	+ 25.7	+ 28.2	1.2920		2 53 s.	103.85	+ 23.0	+ 27.4	1.2050

i valeur estimée. * valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Août					
9	$6^h 10^m$ s.	85.85	—	+ 23.°0	0.8094
	6 12 s.	85.62	—	+ 23.8	0.8070
	6 14 s.	85.37	—	+ 24.4	0.8037
	6 16 s.	84.55	—	+ 24.7	0.7886
	6 18 s.	83.90	+ 22.°5	+ 25.0	0·7773
26	1 8 s.	104.40	—	+ 24.8	1.2082
	1 10 s.	105.30	—	+ 24.8	1.2294
	1 12 s.	105.07	—	+ 24.8	1.2238
	1 14 s.	103.80	+ 22.0	+ 24.0	1.1913
28	0 18 s	106.50	—	+ 21.0	1.2406
	0 23 s.	106.37	—	+ 20.2	1.2343
	0 27 s.	106.65	—	+ 21.4	1.2458
	0 29 s.	106.75	—	+ 21.0	1.2465
	0 31 s.	106.62	+ 19.0	+ 20.4	1.2412
30	2 14 s.	106.80	—	+ 21.2	1.2483
	2 18 s.	106.42	—	+ 22.0	1.2426
	2 22 s.	106.02	—	+ 22.2	1.2340
	2 25 s.	105.77	—	+ 22.8	1.2303
	2 27 s.	105.00	+ 19.0	+ 23.0	1.2135
	4 36 s.	99.20	—	+ 20.5	1.0754
	4 38 s.	98.62	—	+ 20.8	1.0632
	4 40 s.	98.50	+ 19.2	+ 21.0	1.0614
	5 26 s.	91.35	—	+ 20.6	0.9099
	5 29 s.	91.00	—	+ 20.4	0.9019
	5 31 s.	90.50	—	+ 20.0	0.8910
	5 33 s.	89.90	—	+ 20.2	0.8797
	5 36 s.	89.05	+ 19.5	+ 20.2	0.8631
	6 34 s	63.77	—	+ 19.0	0.4415
	6 36 s.	61.62	—	+ 19.0	0.4127
	6 38 s.	61.65	+ 19.5	+ 19.0	0.4130
Septembre					
2	0 58 s.	110.15	—	+ 17.4	1.3103
	1 3 s.	109.72	—	+ 18.2	1.3029
	1 6 s.	109.32	—	+ 18.4	1.2941
	1 9 s.	109.87	—	+ 18.6	1.3081
	1 11 s.	109.95	+ 15.7	+ 18.6	1.3103
3	4 5 s.	102.15	—	+ 17.0	1.1234
	4 7 s.	101.67	+ 14.2	+ 17.4	1.1139
	5 19 s.	91.77	—	+ 15.5	0.9010
	5 21 s.	91.97	—	+ 16.0	0.9062
	5 23 s.	91.87	—	+ 16.0	0.9041
	5 25 s.	91.15	—	+ 16.4	0.8907
	5 26 s.	90.12	+ 15.1	+ 16.4	0.8706

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Septembre					
3	$6^h 1^m$ s.	80.62	—	+ 15.°6	0.6934
	6 3 s.	79.95	—	+ 15 6	0.6816
	6 5 s.	78.57	—	+ 15.4	0.6577
	6 7 s.	77.87	—	+ 15.4	0.6462
	6 9 s.	77.07	+ 15.°0	+ 15.4	0.6331
4	9 50 m.	107.82	—	+ 16.5	1.2502
	9 52 m.	107.90	—	+ 17.2	1.2548
	9 54 m.	107.82	—	+ 18 0	1.2563
	9 56 m.	107.42	—	+ 19.0	1.2502
	9 58 m.	107.70	+ 14.3	+ 19.6	1.2537
	11 11 m.	109.12	—	+ 16.2	1.2792
	11 13 m.	108.95	+ 14.4	+ 17.2	1.2793
	0 16 s.	109.92	—	+ 16.2	1.2988
	0 18 s.	110.07	—	+ 17.0	1.3054
	0 22 s.	109.60	+ 15.0	+ 18.8	1.3021
	1 27 s.	108.10	—	+ 17.0	1.2595
	1 38 s.	108.55	—	+ 17.4	1.2714
	1 40 s.	107.90	—	+ 18.4	1.2601
	1 42 s.	107.95	+ 15.0	+ 19.0	1.2635
	3 2 s.	106.47	—	+ 16.0	1.2176
	3 4 s.	105.85	—	+ 18.0	1.2110
	3 6 s.	105.65	—	+ 19.0	1.2108
	3 10 s.	104.90	—	+ 20.0	1.1965
	3 12 s.	105.77	+ 15.0	+ 20.4	1.2182
	3 57 s.	102.05	—	+ 17.5	1.1244
	3 59 s.	102.02	—	+ 18.0	1.1252
	4 1 s.	101.95	—	+ 18.4	1.1251
	4 3 s.	101.85	—	+ 18.6	1.1235
	4 5 s.	101.35	+ 15.6	+ 19.2	1.1146
6	0 21 s.	108.35	—	+ 18.0	1.2690
	0 23 s.	108.07	—	+ 19.0	1.2659
	0 25 s.	107.95	+ 14.8	+ 19.8	1.2666
9	10 42 m.	106.95	—	+ 18.5	1.2391
	10 44 m.	107.05	—	+ 19.8	1.2460
	10 46 m.	106.55	—	+ 20.8	1.2380
	10 48 m.	106.57	—	+ 20.8	1.2388
	10 50 m.	106.40	+ 15.8	+ 21.4	1.2374
	0 15 s.	107.72	—	+ 17.2	1.2518
	0 18 s.	107.60	+ 15.9	+ 18.0	1 2525
	1 54 s.	106.30	—	+ 17.6	1.2215
	1 56 s.	106.10	—	+ 18.8	1.2212
	1 57 s.	105.67	—	+ 20.0	1.2160

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Septembre						Septembre					
9	1 ^{h}59 ^{m}s.	105.62	—	+ 20.2°	1.2153	12	5 ^{h}25 ^{m}s	77.05	—	+ 19.°0	0.6416
	2 1 s.	105.37	+ 16.°8	+ 21.2	1 2136		5 27 s.	76.07	+ 18.°0	+ 19.2	0.6258
	4 28 s.	95.45	—	+ 17.4	0.9829	18	4 2 s.	91.40	—	+ 18.5	0.9041
	4 30 s.	95.05	—	+ 18.4	0.9773		4 7 s.	91.25	—	+ 19 8	0.9045
	4 32 s.	94.77	—	+ 19.0	0.9733		4 9 s.	91.15	+ 17.8	+ 20.0	0.9032
	4 33 s.	94.37	—	+ 19.8	0.9676		5 24 s.	67.50	—	+ 17.4	0.4907
	4 35 s.	94.00	+ 16.8	+ 20.0	0.9603		5 25 s.	66.85	—	+ 17.6	0.4818
							5 27 s.	66.25	—	+ 17.6	0.4733
	5 41 s.	76.80	—	+ 17.0	0.6332		5 28 s	66.12	—	+ 18.0	0.4721
	5 46 s.	75.27	—	+ 18.0	0.6104		5 30 s.	64.95	+ 17.2	+ 18.0	0.4557
	5 48 s.	74.25	—	+ 18.2	0.5943						
	5 50 s.	73.52	—	+ 18.5	0.5836	22	1 19 s.	100.87	—	+ 20.0	1.1095
	5 52 s.	72.42	+ 17.2	+ 18.5	0.5664		1 26 s.	101.50	—	+ 21.5	1.1290
							1 28 s.	101.40	—	+ 21.8	1.1277
10	2 57 s.	101.30	—	+ 17.8	1.1103		1 30 s.	101.02	—	+ 22.2	1.1208
	2 59 s.	100.67	—	+ 19.0	1.1005		1 32 s.	100.20	+ 18.5	+ 22.5	1 1034
	3 1 s.	100.30	—	+ 19.6	1.0945						
	3 3 s.	99.42	—	+ 20.5	1.0786		3 1 s.	96.50	—	+ 20.0	1.0141
	3 5 s.	99.62	+ 17.0	+ 21.2	1.0849		3 4 s.	96.00	—	+ 20.8	1.0060
							3 6 s.	95.92	—	+ 21.0	1.0049
	5 18 s.	80.52	—	+ 17.6	0.6969		3 8 s.	95.50	—	+ 21.4	0.9974
	5 20 s.	79.95	—	+ 18.2	0.6886		3 10 s.	95.07	+ 18.2	+ 21.6	0.9890
	5 22 s.	79.55	—	+ 18.8	0.6828						
	5 24 s.	79.02	—	+ 19.0	0.6744		4 42 s.	75.62	—	+ 20.2	0.6204
	5 26 s.	78.50	+ 17.0	+ 19.5	0.6685		4 44 s.	75.42	—	+ 20.6	0.6181
							4 46 s.	74.80	—	+ 21.0	0.6087
11	10 7 m.	105.05	—	+ 17.0	1.1899		4 48 s.	74.27	—	+ 21.2	0.6004
	10 9 m.	105.07	—	+ 18.0	1.1943		4 50 s.	73.12	+ 18.2	+ 21.4	0.5826
	10 11 m.	104.77	—	+ 19.0	1.1914						
	10 13 m.	104.90	—	+ 20.0	1.1979	23	0 3 s.	101.47	—	+ 18.4	1.1173
	10 14 m.	104.90	+ 16.3	+ 20.7	1.2005		0 5 s.	101.22	—	+ 19.6	1.1156
							0 7 s.	101.12	—	+ 20.5	1.1164
	0 0 s.	105.80	—	+ 18.0	1.2110		0 10 s	100.77	—	+ 21.0	1.1106
	0 2 s.	105.50	+ 16.2	+ 19.4	1.2092		0 11 s.	100.42	+ 18.0	+ 21.6	1.1049
	4 41 s.	88.70	—	+ 17.5	0.8479		1 40 s.	96.90	—	+ 19.0	1.0202
	4 43 s.	88.87	—	+ 18.0	0.8509		1 42 s.	96.42	—	+ 20.0	1.0130
	4 45 s.	88.57	—	+ 18.8	0.8487		1 44 s.	96.22	—	+ 21.5	1.0136
	4 46 s.	88.37	—	+ 19.2	0.8459		1 46 s.	96.27	—	+ 22.2	1.0166
	4 48 s.	88.00	+ 17.4	+ 19.6	0.8396		1 49 s.	95.82	+ 19.2	+ 22.8	0.9817
12	1 47 s.	106.40	—	+ 18.0	1.2263		4 30 s.	74.65	—	+ 19.5	0.6039
	1 49 s.	105.87	—	+ 19.6	1.2204		4 32 s.	73.85	—	+ 20.0	0.5920
	1 51 s.	105.75	—	+ 20.5	1.2210		4 34 s.	72.77	—	+ 20.6	0.5758
	1 53 s.	105.37	—	+ 21.0	1.2140		4 36 s.	72.20	—	+ 21.0	0.5679
	1 55 s.	104.82	+ 18.0	+ 21.4	1.2025		4 38 s.	71.85	+ 19.1	+ 21.2	0.5626
	5 20 s.	79.32	—	+ 17.6	0.6772		5 21 s.	50.22	—	+ 19.4	0.2762
	5 22 s.	78.57	—	+ 18.0	0.6650		5 23 s.	48.52	—	+ 19.8	0.2587
	5 23 s.	77.87	—	+ 18.6	0.6546		5 25 s.	46.80	—	+ 20.0	0.2412

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Septembre						Septembre					
23	5^{h}27^{m}s.	45.20	—	+ 20.°0	0.2252	30	11^{h}53^{m}m.	102.02	—	+ 20.°1	1.1357
	5 29 s.	43.82	+ 18.°8	+ 20.0	0.2122		11 55 m.	102.22	—	+ 21.0	1.1434
							11 57 m.	102.00	—	+ 21.6	1.1404
24	9 14 m.	95.90	—	+ 20.0	1.0012		11 59 m.	101.80	—	+ 22.0	1.1373
	9 16 m.	95.97	—	+ 20.4	1.0041		0 1 s.	102.22	+ 19.°1	+ 22.4	1.1480
	9 18 m.	96.02	—	+ 20.5	1.0057						
	9 20 m.	96.05	—	+ 20.6	1.0065		2 10 s.	91.67	—	+ 20.2	0.9154
	9 23 m.	96.07	+ 18.2	+ 20.0	1.0049		2 12 s.	92.12	—	+ 20.8	0.9263
							2 14 s.	91.90	—	+ 21.4	0.9235
	10 46 m.	100.75	—	+ 20.0	1.1076		2 16 s.	91.70	—	+ 21.6	0.9199
	10 48 m.	100.57	—	+ 21.4	1.1086		2 18 s.	92.25	+ 20.2	+ 22.0	0.9325
	10 50 m.	100.52	—	+ 22.2	1.1102						
	10 52 m.	100.60	—	+ 22.6	1.1133	Octobre					
	10 54 m.	100.50	+ 19.5	+ 22.6	1.1111	1	0 8 s.	94.50	—	+ 19.2	*0.9695
							0 10 s.	93.92	—	+ 20.2	*0.9605
	0 26 s.	100.70	—	+ 21.0	1.1109		0 12 s.	94.07	—	+ 21.2	*0.9666
	0 28 s.	100.47	—	+ 22.2	1.1099		0 14 s.	93.85	—	+ 21.5	*0.9631
	0 30 s.	100 30	—	+ 23.4	1.1105		0 16 s.	93.55	+ 18.8	+ 22.0	*0.9582
	0 32 s.	100.22	—	+ 23.6	1.1089						
	0 34 s.	100.40	+ 21.1	+ 24.2	1.1151	12	0 17 s.	93.45	—	+ 14.1	* 0.9300
							0 22 s.	96.98	—	+ 15.6	* 1.0057
	1 46 s.	99.40	—	+ 21.4	1.0834		0 26 s.	98.43	—	+ 16.2	* 1.0390
	1 48 s.	99.30	—	+ 22.6	1.0853		0 30 s.	100.53	—	+ 17.0	1.0873
	1 50 s.	98.75	—	+ 23.4	1.0759		0 34 s.	100.33	+ 12.3	+ 17.9	1.0863
	1 52 s.	98.57	—	+ 24.0	1.0735						
	1 54 s.	98.42	+ 21.2	+ 24.5	1.0723		2 4 s.	97.88	—	+ 13.5	0.9970
							2 6 s.	97.20	—	+ 14.5	1.0069
	3 3 s.	94.20	—	+ 23.4	0.9775		2 8 s.	96.88	—	+ 15.0	1.0017
	3 5 s.	93.87	—	+ 24.0	0.9722		2 10 s.	95.10	+ 12.5	+ 15.8	0.9667
	3 7 s.	93.70	—	+ 24.6	0.9705						
	3 9 s.	93.17	—	+ 25.0	0.9604	30	0 31 s.	98.12	—	+ 13.2	1.0202
	3 11 s.	92.97	+ 21.0	+ 24.6	0.9550		0 35 s.	98.50	—	+ 13.2	1.0283
							0 41 s	98.32	—	+ 13.8	1.0266
	4 9 s.	84.75	—	+ 21.8	0.7848		0 45 s.	98.50	—	+ 14.0	1 0309
	4 11 s.	84.15	—	+ 22.5	0.7752		0 50 s.	98.05	+ 10.7	+ 14.0	1.0214
	4 13 s.	83.77	—	+ 23.0	0.7695						
	4 15 s.	83.10	—	+ 23.4	0.7582		0 56 s	97.72	—	+ 14.0	1.0148
	4 17 s.	82.67	+ 20.7	+ 23.6	0.7505		1 1 s.	97.30	—	+ 14.2	1.0063
							1 4 s.	97.30	—	+ 14.6	1.0077
27	0 14 s.	98.65	—	+ 20.6	1.0637		1 7 s.	97.02	—	+ 14.6	1.0019
	0 16 s.	98.22	—	+ 21.0	1.0554		1 11 s.	96.72	+ 11 0	+ 14.5	0.9952
	0 18 s.	98.30	—	+ 21.8	1.0596	Nov.					
	0 20 s.	97.82	—	+ 22.2	1.0504	1	0 22 s.	99.88	—	+ 11.0	1.0493
	0 21 s.	97.80	+ 19.7	+ 22.7	1.0516		0 27 s.	100.32	—	+ 12.0	1.0620
							0 31 s.	99.97	—	+ 12.5	1.0564
30	10 6 m.	99.47	—	+ 19.3	1.0769		0 35 s.	99.97	—	+ 13.0	1.0578
	10 9 m.	99.37	—	+ 20.4	1.0783		0 39 s.	99.92	+ 9.3	+ 13.5	1.0585
	10 11 m.	100.07	—	+ 21.2	1.0963						
	10 13 m.	99.95	—	+ 21.5	1.0951	8	10 47 m.	98.65	—	+ 8.2	1.0114
	10 15 m.	100.10	+ 19.0	+ 22.0	1.0998		10 52 m.	99.52	—	+ 8.5	1.0308

* valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	θ	t	Q
Nov.						Nov.					
8	$10^h 56^m$ m.	99.90	—	+ 8.°6	1.0394	23	$0^h 17^m$ s.	92.97	—	+ 4.°0	0.8799
	11 2 m.	100.12	—	+ 9.0	1.0450		0 20 s.	92.85	—	+ 4.2	0.8763
	11 8 m.	100.67	+ 6.°5	+ 9.2	1.0573		0 24 s.	92.67	—	+ 4.2	0.8745
	0 25 s.	101.42	—	+ 8.5	1.0703		0 29 s.	92.65	—	+ 4.4	0.8747
	0 29 s.	101.25		+ 8.6	1.0670		0 31 s	92.47	—	+ 4.5	0.8717
	0 34 s.	101.32	—	+ 8.7	1.0689		0 34 s.	92.40	+ 1.°4	+ 4.5	0.8704
	0 39 s.	101.22	—	+ 9.0	1.0680		0 39 s.	92.27	—	+ 5.0	0.8698
	0 43 s.	100.97	+ 6.2	+ 9.0	1.0628		0 42 s.	92.20	—	+ 5.0	0.8685
10	0 26 s.	99.57	—	+ 8.5	1.0305		0 46 s.	92.05	—	+ 5.0	0.8657
	0 32 s.	99.22	—	+ 9.0	1.0249		0 49 s	91.85	—	+ 5.0	0.8616
	0 36 s.	99.07	—	+ 9.0	1.0218		0 52 s.	91.55	+ 1.8	+ 5.0	0.8560
	0 40 s	98.92	—	+ 9.2	1.0190	29	0 23 s	94.00	—	+ 4.0	0.9006
	0 44 s.	98.47	+ 5.2	+ 9.5	1.0107		0 26 s.	93.95	—	+ 3.5	0.8983
	0 52 s.	98.02	—	+ 9.5	1.0024		0 29 s.	93.80	—	+ 3.5	0.8955
	0 57 s.	97.70	—	+ 9.6	0.9961		0 33 s.	93.75	—	+ 3.5	0.8944
	1 2 s.	97.50	—	+ 9.6	0.9920		0 36 s.	93.62	+ 2.2	+ 3.3	0.8911
	1 5 s.	97.20	—	+ 9.7	0.9862	Déc.					
	1 9 s.	97.02	+ 6.3	+ 9.8	0.9826	8	11 9 m.	83.15	+ 2.4	+ 3.8	*0.7015
12	0 24 s.	100.77	—	+ 5.8	1.0464		0 7 s.	87.30	—	+ 3.5	0.7738
	0 27 s.	100.55	—	+ 6.0	1.0421		0 9 s.	87.17	—	+ 4.0	0.7726
	0 32 s.	100.10	—	+ 6.2	1.0333		0 12 s.	87.47	—	+ 4.0	0.7781
	0 35 s.	99.92	—	+ 6.8	1.0315		0 14 s.	87.40	—	+ 4.3	0.7773
	0 39 s.	99.72	+ 4.3	+ 7.0	1.0279		0 17 s.	87.47	+ 2.4	+ 4.7	0.7799
16	0 49 s.	99.42	—	+ 2.5	1.0020		1 10 s.	85.15	—	+ 3.8	0.7363
	0 53 s.	99.42	— 0.8	+ 3.0	1.0034		1 12 s.	85.00	—	+ 4.0	0.7342
	1 4 s.	98.67	—	+ 3.2	0.9887		1 14 s.	84.87	—	+ 4.8	0.7335
	1 8 s.	98.37	—	+ 3.5	0.9836		1 16 s.	84.65	—	+ 4.8	0.7297
	1 11 s.	98.27	—	+ 3.5	0.9816		1 18 s.	84.27	+ 2.9	+ 5.0	0.7237
	1 15 s.	97.92	—	+ 3.8	0.9753						
	1 18 s.	97.30	— 0.9	+ 3.7	0.9624	17	11 56 m.	87.80	— 9.1	— 12.0	0.7344
18	0 57 s.	95.45	—	+ 0.4	0.9166	23	10 31 m.	78.35	—	— 2.3	0.6077
	1 0 s.	94.87	—	+ 0.6	0.9063		10 34 m.	78.62	—	— 1.8	0.6130
	1 5 s.	94.17	—	+ 0.6	0.8926		10 36 m.	78.40	—	— 1.4	0.6102
	1 7 s.	93.95	—	+ 0.7	0.8883		10 38 m.	78.62	—	— 1.0	0.6146
	1 10 s.	93.77	+ 0.2	+ 0.7	0.8850		10 41 m.	78.45	— 0.6	— 0.8	0.6119
20	0 24 s.	95.67	—	+ 3.5	0.9312		11 42 m.	83.52	—	± 0.0	0.6974
	0 27 s.	95.57	—	+ 4.0	0.9307		11 43 m.	83.30	—	± 0.0	0.6939
	0 31 s.	95.52	+ 1.0	+ 4.0	0.9297		11 45 m.	83.45	—	± 0.0	0.6964
21	0 5 s.	96.40	—	+ 2.0	0.9415		11 47 m.	83.52	—	+ 0.3	0.6982
	0 8 s.	96.87	—	+ 2.0	0.9506		11 50 m.	83.82	+ 0.3	+ 0.3	0.7033
	0 12 s.	96.95	—	+ 2.0	0.9524		11 55 m.	83.97	—	± 0.0	0.7017
	0 16 s.	96.32	—	+ 1.8	0 9394		11 57 m.	83.92	—	+ 0.6	0.7056
	0 21 s.	96.60	+ 1.2	+ 1.8	0.9447		11 59 m.	83.62	—	+ 0.7	0.7008

* valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	s	η	t	Q	Mois et date	Temps local vrai	s	η	t	Q
Déc.						Déc.					
23	$0^h\ 1^m$ s.	84.25	—	+ 0.°7	0.7114	23	$1^h 12^m$ s.	79.15	—	+ 0.°3	0.6266
	0 3 s.	84.82	+ 0.°4	+ 0.6	0.7212		1 16 s.	79.07	—	± 0.0	0.6248
							1 20 s.	78.67	+ 0.°9	+ 0.1	0.6186
	0 20 s.	85.07	—	+ 0.9	0.7261						
	0 22 s.	84.40	—	+ 0.9	0.7145		1 56 s.	67.00	—	+ 0.4	0.4500
	0 23 s.	84.10	—	+ 0.9	0.7093		1 58 s.	65.52	—	± 0.0	0.4299
	0 25 s.	83.77	—	+ 0.9	0.7037		2 0 s.	64.05	—	± 0.0	0.4111
	0 28 s.	82.97	+ 0.6	+ 0.9	0.6899		2 2 s	62.75	—	— 0.2	0.3946
							2 4 s.	61.30	+ 0.9	— 0.4	0.3764
	0 55 s.	80.05	—	+ 1.0	0.6419						
	0 57 s.	80.00	—	+ 0.5	0.6402		2 11 s.	60.90	—	— 1.0	0.3706
	1 0 s.	79.90	+ 0.8	+ 0.5	0.6387		2 13 s.	60.40	—	— 1.2	0.3646
							2 14 s.	60.02	—	— 1.6	0.3596
	1 4 s.	79.17	—	+ 0.5	0.6276		2 16 s.	58.97	—	— 1.7	0.3472
	1 7 s.	79.57	—	+ 0.5	0.6337		2 18 s.	58.22	+ 0.8	— 2.0	0.3371

Tableau II. — Valeurs moyennes des mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_0	Aspect d. ciel	Nébulosité	Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Janvier				cal.	cal.				mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
11	0h25m s.	8° 13′	6.858	0.6794	0.6575	2	0	5	763.0	— 5°8	2.9	100	SW 2.1
	0 42 s.	7 56	7.078	0.6670	0.6455	2	*0	5	62.9	— 5.7	3.0	100	WSW 1.8
12	11 5 m.	7 45	7.271	0.7850	0.7597	3	Ci, Ci-S —	2	65.7	— 10.4	2.0	100	SW 1.8
13	11 44 m.	8 38	6.601	0.8538	0.8264	3	0	6	71.9	— 7.8	2.4	96	SW 1.8
	Midi	8 42	6.561	0.8629	0.8352	3	Ci 0	5	71.9	— 7.4	2.4	95	SW 1.8
	0 19 s.	8 36	6.631	0.8537	0.8263	3	Ci 0	5	71.9	— 7.2	2.4	94	SW 1.8
	0 39 s.	8 19	6.834	0.8431	0.8160	3	Ci 0	5	71.8	— 6.9	2.5	93	WSW 1.9
	1 37 s.	6 21	8.834	0.7409	0.7171	3	Ci 0	5	71.8	— 6.1	2.3	93	SW 1.8
	1 58 s.	5 17	10.510	0.6678	0.6464	3	Ci 0	5	71.8	— 5.8	2.2	94	SW 1.8
	2 34 s.	3 0	16.762	0.4835	0.4680	3	Ci 0	5	71.7	— 6.2	2.3	93	WSW 1.8
14	11 40 m.	8 45	6.530	0.8800	0.8519	3	*0	5	73.1	— 10.0	2.1	98	SW 2.9
	11 59 m.	8 52	6.468	0.8877	0.8593	3	*0	5	73.0	— 9.6	2.1	96	SW 2.9
	0 26 s.	8 41	6.591	0.8883	0.8599	3	*0	5	72.9	— 9.2	2.1	96	SW 2.9
17	11 49 m.	9 23	6.024	0.9793	0.9485	3	*0	5	61.8	— 10.7	2.0	99	SW 2.1
	0 5 s.	9 24	6.004	0.9814	0.9505	3	*0	5	61.8	— 10.4	2.0	99	SW 2.1
	2 20 s.	4 37	11.629	0.6859	0.6643	3	*0	5	61.3	— 9.6	2.0	93	SW 2.0
	2 38 s.	3 23	14.859	0.5651	0.5473	3	*0	5	61.2	— 9.8	2.0	92	SSW 2.0
23	11 23 m.	10 19	5.389	0.9530	0.9240	2	*0	5	46.3	+ 2.4	3.2	59	WNW 4.8
	11 43 m.	10 37	5.253	0.9620	0.9327	2	*0	5	46.4	+ 2.5	3.2	58	WNW 4.8
	0 3 s.	10 41	5.224	0.9665	0.9371	2	*0	5	46.7	+ 2.6	3.1	56	WNW 4.8
	0 21 s.	10 34	5.278	0.9490	0.9201	2	*0	5	47.1	+ 2.7	3.1	55	WNW 4.8
	2 35 s.	4 46	11.169	0.5741	0.5566	2	*0	5	49.9	+ 2.8	3.0	53	WNW 4.2
	2 55 s.	3 17	15.026	0.4333	0.4201	—	—	2	50.3	+ 2.6	3.1	55	WNW 4.2
30	10 27 m.	10 10	5.396	0.8758	0.8506	3	Ci 0	5	35.4	— 16.3	1.2	100	— 0.0
	10 57 m.	11 23	4.833	0.9434	0.9163	3	Ci 0	5	35.4	— 15.3	1.3	100	— 0.0
	11 26 m.	12 8	4.547	0.9393	0.9123	3	Ci 0	5	35.4	— 14.7	1.4	100	— 0.0
	11 51 m.	12 25	4.446	*0.9118	*0.8856	—	Ci 0	5	35.3	— 14.3	1.5	100	— 0.0
Février													
2	10 47 m.	11 51	4.744	*0.7586	*0.7374	2	Ci 0	5	49.7	— 11.9	1.8	100	SW 3.2
	11 16 m.	12 45	4.422	*0.7679	*0.7465	1	Ci 0	5	49.9	— 11.6	1.8	100	SW 3.2
	2 57 s.	5 29	9.849	0.5413	0.5262	3	*0	5	50.8	— 10.5	1.8	93	SW 3.9
7	11 35 m.	14 35	3.904	1.0636	1.0357	3	Ci 1	5	52.3	— 8.3	2.2	93	SW 2.5
	0 13 s.	14 43	3.869	1.0768	1.0485	3	Ci 0	5	52.2	— 7.6	2.3	90	SW 2.5
	0 33 s.	14 28	3.926	1.0595	1.0317	3	Ci 0	5	52.1	— 7.4	2.4	88	SW 2.9
	0 45 s.	14 14	3.988	1.0424	1.0150	3	Ci 0	5	52.1	— 7.2	2.4	88	SW 2.9

* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_o	Aspect d. ciel	Nébulosité	Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air	Direction et vitesse du vent
Février				cal.	cal.				mm	Cels.	mm %	m. p. s.
9	1h 37m s.	12° 54′	4.349	1.0218	0.9956	3	A-Cu 0	5	746.1	— 0°9	3.7 86	WSW 3.1
	1 57 s.	11 47	4.746	0.9766	0.9516	3	A-Cu 0	6	45.9	— 0.9	3.6 84	WSW 3.1
	2 19 s.	10 22	5.374	0.9345	0.9105	3	0	5	45.9	— 0.9	3.6 84	WSW 3.1
	2 39 s.	8 53	6.207	0.8716	0.8493	3	0	5	45.8	— 0.9	3.6 84	W 2.4
	3 9 s.	6 24	8.449	0.7363	0.7174	3	S-Cu, A-Cu 2	5	45.8	— 1.1	3.6 86	W 2.4
	3 29 s.	4 36	11.432	0.5752	0.5605	3	A-Cu 1	5	45.8	— 1.5	3.5 87	SW 1.3
	3 47 s.	2 53	16.780	0.4322	0.4211	3	S-Cu, A-Cu 5	3	45.8	— 1.8	3.5 89	SW 1.3
14	10 23 m.	14 27	4.021	1.0799	1.0544	3	—	5	68.1	— 15.5	1.3 100	NNW 1.9
	11 53 m.	17 1	3.441	1.1340	1.1072	3	*0	5	68.4	— 13.2	1.6 100	NW 2.2
	0 9 s.	17 1	3.441	1.1383	1.1114	3	*0	5	68.4	— 12.6	1.6 98	NW 2.2
	0 26 s.	16 51	3.473	1.1385	1.1116	3	A-Cu 1	5	68.4	— 11.9	1.7 96	NW 2.2
	0 43 s.	16 32	3.537	1.1297	1.1030	3	A-Cu 1	5	68.5	— 11.2	1.7 94	NNW 2.5
18	1 1 s.	17 23	3.369	1.0980	1.0739	3	*0	5	68.8	— 11.5	1.9 100	NNW 2.2
	1 16 s.	16 49	3.492	1.0964	1.0724	3	*0	5	68.7	— 11.4	1.9 100	NNW 2.2
	3 0 s.	9 59	5.742	0.9139	0.8939	2	0	5	68.5	— 11.4	1.9 100	— 0.0
	3 58 s.	4 25	12.173	0.6026	0.5894	3	0	5	68.7	— 11.7	1.8 100	— 0.0
	4 13 s.	2 52	17.195	0.4662	0.4560	3	0	5	68.7	— 12.2	1.7 100	— 0.0
Mars												
1	1 50 s.	19 2	3.036	*0.9503	*0.9341	1	0	5	54.8	— 7.3	2.0 78	ENE 3.1
	2 6 s.	18 0	3.204	*0.9243	*0.9085	1	0	5	54.8	— 7.4	2.0 78	ENE 3.1
12	9 48 m.	21 35	2.698	1.0872	1.0749	3	*0	5	54.7	— 0.1	2.9 64	NW 2.5
	0 4 s.	26 42	2.111	1.1748	1.1615	3	*0	5	54.6	+ 2.7	2.9 52	WSW 1.7
	2 4 s.	22 13	2.626	1.1858	1.1724	3	Ci 0	5	54.8	+ 4.2	2.3 37	WNW 2.7
	3 5 s.	17 12	3.347	1.0840	1.0717	3	*0	5	55.1	+ 4.8	2.6 39	WNW 1.8
	4 13 s.	10 7	5.572	0.8333	0.8239	3	*0	5	55.4	+ 3.5	2.7 44	W 2.5
	4 57 s.	5 1	10.828	0.5603	0.5540	3	Ci 0	5	55.7	+ 3.7	3.0 49	WSW 1.4
14	9 58 m.	23 4	2.572	*1.0620	*1.0511	2	*0	5	66.3	+ 2.1	4.5 79	NW 1.7
	Midi	27 28	2.188	*1.1392	*1.1276	2	A-Cu, Ci 1	5	66.8	+ 5.8	5.1 74	NNW 2.4
15	9 45 m.	22 29	2.638	1.1315	1.1206	3	A-Cu 0	5	66.9	+ 1.6	3.7 71	ESE 3.0
	Midi	27 52	2.156	1.2069	1.1953	3	A-Cu 0	5	66.1	+ 3.2	4.2 73	ESE 3.4
	1 8 s.	26 28	2.260	1.1848	1.1734	3	A-Cu 1	5	65.7	+ 3.9	4.0 65	ESE 3.7
	2 3 s.	23 25	2.533	1.1453	1.1343	3	A-Cu 1	5	65.3	+ 4.2	3.9 63	ESE 3.7
	3 0 s.	18 45	3.023	1.0473	1.0372	3	A-Cu 1	5	65.1	+ 4.5	3.9 62	ESE 3.0
19	9 44 m.	23 54	2.451	1.1882	1.1794	3	*0	5	54.7	— 2.2	3.4 87	NNW 2.8
	11 23 m.	29 0	2.048	1.2761	1.2667	3	*0	5	54.5	— 0.2	3.1 68	NNW 2.9
	11 48 m.	29 24	2.022	1.2954	1.2858	3	*0	5	54.4	+ 0.3	2.9 62	NNW 2.7
	0 1 s.	29 27	2.020	1.3098	1.3001	3	Cu 0	5	54.3	+ 0.6	2.8 58	NNW 2.7
	1 7 s.	28 4	2.109	1.2952	1.2856	3	Cu 1	5	54.0	+ 1.3	2.8 56	NW 2.1
	3 4 s.	19 50	2.918	1.1537	1.1452	3	Cu 2	5	53.5	+ 3.0	2.8 48	NNW 1.4

* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_0	Aspect d. ciel	Nébulosité	Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Mars				cal.	cal.				mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
19	4h 12m s.	12° 40′	4.470	0.9877	0.9804	3	Cu 0	5	753.2	+ 3.°0	3.1	54	— 0.0
	5 3 s.	6 40	8.233	0.7168	0.7115	3	Ci 0	5	52.9	+ 3.3	3.7	63	WNW 1.3
	5 50 s.	1 6	29.210	0.2431	0.2413	3	Ci 0	3	53.0	+ 0.8	3.4	67	W 1.4
20	0 5 s.	29 52	1.194	1.3221	1.3131	3	Cu 0	5	57.0	+ 1.0	2.5	53	N 5.3
	4 48 s.	8 48	6.382	0.8611	0.8553	3	*0	5	57.8	+ 1.2	2.7	62	N 3.5
	5 14 s.	5 41	9.644	0.6733	0.6687	3	*0	5	57.9	+ 0.8	2.7	64	N 3.5
	5 32 s.	3 31	14.334	0.5072	0.5038	3	*0	5	58.0	+ 0.2	2.7	65	N 3.5
	5 47 s.	1 46	23.444	0.2957	0.2937	3	*0	5	58.1	— 0.2	2.8	66	NE 2.2
21	0 4 s.	30 14	1.991	1.2893	1.2812	3	Cu 3	5	61.8	+ 0.1	2.6	55	NNW 3.7
	4 52 s.	8 37	6.526	0.8026	0.7976	3	*0	5	60.7	+ 0.5	4.3	89	N 2.5
	5 12 s.	6 15	8.838	0.6668	0.6626	3	*0	5	60.7	+ 0.2	4.2	89	N 2.5
	5 31 s.	3 58	13.214	0.5197	0.5164	3	*0	5	60.7	— 0.2	3.8	86	N 2.5
	5 45 s.	2 18	19.880	0.3682	0.3659	3	*0	5	60.8	— 0.8	3.6	84	N 0.9
22	0 18 s.	30 32	1.978	1.2777	1.2705	3	*0	5	64.0	+ 3.1	3.1	54	NNW 2.2
	4 37 s.	10 48	5.286	0.9020	0.8969	3	*0	5	63.9	+ 5.5	3.4	50	N 2.0
	5 24 s.	5 8	10.698	0.5903	0.5870	3	*0	5	64.1	+ 4.8	3.6	55	N 2.0
	5 46 s.	2 30	18.974	0.3608	0.3588	3	*0	5	64.2	+ 3.9	3.6	60	N 0.9
Avril													
5	11 52 m.	36 1	1.647	1.3231	1.3262	3	Cu, Ci 3	5	35.0	+ 5.4	4.3	64	WNW 5.1
	0 6 s.	36 3	1.645	1.3124	1.3155	3	Cu, Ci 7	3	35.2	+ 5.8	4.2	60	WNW 5.1
6	5 28 s.	9 36	5.789	0.8631	0.8655	3	Ci 0	5	47.6	+ 2.8	3.9	69	NW 3.1
	5 44 s.	7 38	7.192	0.7610	0.7631	3	Ci 0	5	47.6	+ 2.5	4.0	75	NW 0.9
	5 58 s.	5 54	9.187	0.6534	0.6552	3	Ci 0	5	47 7	+ 2.4	4.2	76	NW 0.9
	6 14 s.	3 59	12.942	0.5036	0.5050	3	Ci 0	5	47.7	+ 2.1	4.3	79	NW 0.9
18	11 52 m.	40 48	1.520	1.3501	1.3633	3	Cu 4	5	54.7	+ 5.6	3.8	55	WNW 3.2
	0 14 s.	40 46	1.521	1.3511	1.3643	3	Cu 4	5	54.7	+ 6.0	3.9	55	WNW 3.2
	5 36 s.	12 22	4.579	0.9645	0.9739	3	Cu 2	5	54.6	+ 6.7	3.6	54	W 3.5
	5 59 s.	9 30	5.908	0.8521	0.8604	3	Cu 2	5	54.7	+ 6.1	3.5	57	WSW 2.8
19	0 37 s.	40 42	1.533	1.3546	1.3685	3	Cu 1	5	60.0	+ 7.4	3.4	44	WSW 3.2
	3 9 s.	30 3	1.996	1.2743	1.2873	3	Cu 3	5	59.7	+ 9.4	3.3	37	NW 2.9
25	0 5 s.	43 11	1.477	1.3208	1.3387	3	*0	6	68.5	+ 11.9	3.8	37	NE 4.7
26	1 40 s.	40 2	1.572	1.3195	1.3380	3	Cu, Ci-S 3	5	68.1	+ 10.8	3.3	35	ENE 6.0
	2 39 s.	35 11	1.754	1.2740	1.2919	3	*0	5	68.1	+ 11.0	3.5	36	ENE 6.0
	6 24 s.	8 43	6.511	0.7278	0.7380	2	Ci 0	5	68.0	+ 9.5	3.7	41	NE 4.6
30	5 54 s.	13 30	4.270	*0.8315	*0.8449	1	Cu 0	5	64.5	+ 17.1	5.4	36	NE 4.0
Mai													
15	0 42 s.	48 14	1.340	1.2142	1.2425	3	Cu 3	5	59.8	+ 21.6	5.7	30	NNE 2.1
16	0 57 s.	47 55	1.337	1.3319	1.3636	—		1	55.0	+ 13.0	5.4	48	S 1.2

* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_0	Aspect d. ciel	Nébulosité		Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Mai				cal.	cal.					mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
31	0h44m s.	51° 14′	1.275	*1.1363	*1.1694	1	Cu, Ci	5	3	755.7	+ 18.°6	8.7	55	SSW 4.7
Juin														
1	0 41 s.	51 28	1.268	1.2973	1.3354	3	Cu	3	5	54.0	+ 21.0	9.4	51	SW 4.9
15	10 16 m.	49 11	1.304	1.2908	1.3333	3	Cu	5	5	50.2	+ 19.6	6.8	41	SW 5.2
	0 17 s.	53 20	1.229	1.2922	1.3348	3	Cu	7	5	49.8	+ 18.4	6.2	40	WSW 4.4
	6 52 s.	13 53	4.071	0.7231	0.7469	3	Cu	2	5	48.6	+ 17.4	7.9	53	S 4.4
16	1 57 s.	48 10	1.324	1.1991	1.2387	3	Cu	3	5	49.8	+ 18.4	8.7	55	SE 3.0
21	9 18 m	44 0	1.447	1.2975	1.3413	3	Cu	0	5	64.0	+ 19.0	8.2	50	WSW 1.6
	0 10 s.	53 34	1.247	1.3109	1.3551	3	Cu, Ci	0	5	62.6	+ 22.2	7.5	38	SSW 2.2
	3 0 s.	42 5	1.497	1.2682	1.3110	3	A-Cu	0	5	62.5	+ 25.5	6.7	28	WSW 2.2
	7 41 s.	8 35	6.750	*0.6220	*0.6430	1	A-Cu, Ci	6	5	61.4	+ 23.8	8.3	38	SW 3.0
23	9 33 m.	45 31	1.406	1.2406	1.2828	2	Ci	--	2	62.5	+ 25.1	8.1	34	E 1.7
	5 53 s.	21 1	2.786	*0.9874	*1.0210	2	Ci	0	5	60.5	+ 26.0	8.7	35	E 2.7
24	0 42 s.	52 50	1.254	1.2407	1.2829	3	Cu	7	3	59.9	+ 28.4	12.2	42	SE 4.4
	5 17 s.	25 29	2.323	0.9573	0.9898	2	Cu	1	5	59.0	+ 26.7	13.2	50	ESE 4.2
25	8 58 m.	41 49	1.496	1.1457	1.1848	2	Ci	0	5	58.3	+ 26.1	13.2	53	SE 1.4
28	8 29 s.	3 48	13.514	0.4000	0.4137	3	Cu	1	5	57.6	+ 16.0	9.4	69	NNW 0.7
29	7 11 m.	28 52	2.072	1.1298	1.1685	3	Cu	2	5	60.3	+ 16.0	9.3	68	N 2.3
	9 32 m.	45 15	1.409	1.2673	1.3108	3	Cu	4	5	60.8	+ 18.4	9.4	59	N 3.3
	0 47 s.	52 30	1.262	1.2772	1.3210	3	Cu, Ci	7	2	61.5	+ 18.5	9.0	57	NNE 3.8
Juillet														
1	4 59 s.	27 30	2.160	1.1162	1.1546	3	Cu	1	5	58.1	+ 19.3	6.6	39	NNE 3.6
2	1 41 s.	49 12	1.312	1.2900	1.3344	3	Cu	7	5	54.8	+ 19.7	7.7	45	ENE 3.4
	5 54 s.	20 35	2.819	1.0419	1.0777	3	Cu, A-Cu	6	1	54.1	+ 19.4	6.6	40	N 2.9
3	0 35 s.	52 39	1.250	1.3519	1.3984	3	Cu, Ci	3	5	55.2	+ 17.2	5.7	39	NNE 6.0
	2 7 s.	46 59	1.359	1.3323	1.3781	3	Cu, Ci	2	5	55.4	+ 17.5	5.5	37	NNE 5.6
	5 6 s.	26 31	2.226	1.1916	1.2326	3	Cu	2	5	55.1	+ 16.9	5.2	37	N 5.3
	6 48 s.	14 3	4.060	0.9762	1.0098	3	Cu	0	5	55.1	+ 15.7	5.0	38	N 4.8
	7 52 s.	7 3	7.838	0.7029	0.7271	3	Ci	0	5	55.1	+ 14.6	5.5	45	N 3.3
8	6 38 s.	14 48	3.868	0.9087	0.9399	3	Cu	0	5	55.8	+ 23.8	8.5	38	NNE 3.3
	7 55 s.	6 20	8.678	0.5835	0.6036	2	Cu	0	5	56.2	+ 22.4	8.7	43	N 2.9
9	10 3 m.	47 20	1.359	1.2849	1.3290	3	Cu	1	5	59.8	+ 21.5	9.2	48	N 5.0
	11 12 m.	51 39	1.274	1.2977	1.3422	3	Cu	1	5	59.9	+ 22.0	8.4	43	NNE 6.5
	0 2 s.	52 35	1.258	1.2929	1.3372	3	Cu	2	5	60.0	+ 22.0	8.0	41	N 6.1
	1 11 s.	50 33	1.295	1.2811	1.3250	3	Cu	2	5	60.1	+ 22.5	8.0	40	N 5.9
	2 6 s.	46 32	1.378	1.2712	1.3148	3	Cu	0	5	60.2	+ 23.0	8.4	40	NNE 5.6
	2 58 s.	41 23	1.513	1.2318	1.2740	3	Cu	0	5	60.4	+ 23.4	8.1	38	NNE 5.0

* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_o	Aspect d. ciel	Nébulosité		Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Juillet				cal.	cal.					mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
9	4h 9m s.	33° 6′	1.831	1.1470	1.1863	2	Cu	0	5	760.4	+ 23.°7	8.1	36	NNE 4.2
	5 6 s.	26 1	2.281	1.1325	1.1713	3	Ci	1	5	60.4	+ 23.9	8.0	35	N 3.5
	6 8 s.	17 42	3.280	0.9819	1.0156	2	Ci	1	5	60.4	+ 23.0	8.1	39	NE 2.4
	7 3 s.	11 49	4.827	0.8395	0.8683	2	Ci	1	5	60.4	+ 22.5	8.1	41	NE 1.9
	8 2 s.	5 31	9.945	0.5548	0.5738	2	Ci	1	5	60 4	+ 21.3	7.9	42	NE 1.2
11	0 14 s.	52 16	1.289	1.3308	1.3764	3	Ci	0	5	57.3	+ 33.1	6.6	18	WSW 3.5
12	0 9 s.	52 11	1.261	1.2349	1.2770	2		*0	5	57.4	+ 27.1	7.6	29	ENE 3.6
	6 9 s.	17 52	3.247	0.8862	0.9164	2	Cu, Ci	0	5	57.2	+ 25.4	9.1	38	NE 3.6
19	0 1 s.	51 6	1.296	1.2202	1.2609	2	Cu, Ci	0	5	67.0	+ 30.5	9.3	29	ESE 2.9
	6 12 s.	16 33	3.519	*0.8247	*0.8522	1	Cu, Ci	0	5	65.2	+ 31 4	9.4	28	S 3.0
20	0 4 s.	50 55	1.298	1.1967	1.2364	2	Cu	0	4	65.9	+ 30.8	12.0	36	ENE 1.6
21	1 5 s.	49 4	1.330	1.1997	1.2394	3	Cu	0	5	63.8	+ 32.9	11.4	30	SSW 3.2
	6 1 s.	17 35	3.307	0.7473	0.7720	1	Cu	3	5	62.3	+ 32.5	10.9	29	S 3.0
23	0 1 s.	50 21	1.293	1.1561	1.1937	2	Cu	3	5	57.1	+ 29.9	12.2	38	SW 4.1
	5 56 s.	17 52	3.230	*0.7444	*0.7686	1	Cu	1	5	55.9	+ 29.7	11.2	36	SSE 4.5
26	0 17 s.	49 36	1.311	1.2325	1.2718	2	Cu	0	5	59.1	+ 28.1	9.2	36	ESE 3.7
Août														
1	8 53 m.	36 40	1.675	1.2058	1.2425	2	Ci	1	5	59.9	+ 23.2	8.4	39	SSW 0.8
	10 30 m.	45 18	1.406	1.2416	1.2794	3	Ci	2	4	59.6	+ 24 1	8.6	37	SSW 1.3
	11 59 m.	48 19	1.337	1.2821	1.3211	3	Cu, Ci	1	5	59.0	+ 24.8	8.3	35	E 1.9
	1 35 s.	44 56	1.413	1.2742	1.3130	2	Cu, Ci	3	5	58.5	+ 26.7	7.8	31	SSW 3.5
	5 54 s.	16 23	3.515	0.9589	0.9881	3	Ci	1	5	57.0	+ 26.7	8.3	33	SSW 5.1
	7 20 s.	6 10	8.911	0.5390	0.5554	3		*0	5	57.0	+ 23.2	9.3	44	SSW 4.8
2	0 3 s.	48 4	1.331	1.2901	1.3290	3		*0	5	53.0	+ 27.0	8.4	32	SSW 5.7
3	5 24 s.	19 42	2.950	1.0621	1.0939	3	A-Cu, Ci	2	5	57.1	+ 19.9	5.5	31	NW 3.2
5	5 58 s.	15 0	3.782	*0.8400	*0.8647	2	Cu, Ci	3	5	48.7	+ 20.7	6.0	33	WSW 5.9
6	0 37 s.	46 29	1.357	1.2978	1.3354	3	Cu, Ci	3	5	47 8	+ 22.0	7.2	37	SW 5.4
8	8 37 m.	33 16	1.804	1.1256	1.1577	2	Cu, Ci	0	5	52.0	+ 19.3	10.1	61	W 1.5
9	7 56 m.	28 16	2.096	1.1332	1.1650	3	Cu	0	5	54.3	+ 17.0	11.1	77	NNW 2.8
	10 42 m.	43 57	1.431	1.2561	1.2914	3	Cu	5	3	55.1	+ 19.8	10.0	57	N 3.8
	0 16 s.	46 4	1.381	1.2091	1.2431	—	Cu	5	4	55.8	+ 20.3	10.5	58	NNW 3.9
	1 37 s.	42 44	1.467	1.2464	1.2814	3	Cu	3	5	56.3	+ 21.6	9.6	50	NNW 3.2
	2 49 s.	36 34	1.672	1.2061	1.2400	3	Cu	6	5	56.7	+ 23.6	9.4	44	N 3.1
	6 14 s.	12 5	4.708	0.7972	0.8196	2	Cu	0	5	57.8	+ 22.0	9.2	47	NNE 1.8
26	1 11 s.	38 59	1.568	1.2132	1.2391	2	Cu, Ci-S	2	4	49.6	+ 23.0	8.4	40	SSW 4.9
28	0 26 s.	39 49	1.532	1.2417	1.2669	3	Cu	4	5	45.3	+ 18.0	8.2	54	SW 5.2

* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_o	Aspect d. ciel	Nébulosité	Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Août				cal.	cal.				mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
30	2h21m s.	32° 52′	1.821	1.2337	1.2577	3	Cu 7	5	751.1	+ 17.°6	7.5	51	N 5.6
	4 38 s.	18 9	3.167	1.0667	1.0874	3	Cu 4	3	51.6	+ 16.3	7.1	52	N 5.1
	5 31 s.	11 35	4.860	0.8891	0.9064	3	Cu 2	5	51.7	+ 15.9	7.1	53	N 5.1
	6 36 s.	3 36	13.955	0.4224	0.4306	—	—	3	51.6	+ 14.1	7.7	64	N 4.4
Septembre													
2	1 6 s.	36 47	1.656	1.3051	1.3286	3	Ni, Ci 5	5	53.4	+ 9.7	6.9	76	NNW 6.4
3	4 6 s.	20 43	2.826	1.1187	1.1383	3	Cu 3	2	60.8	+ 11.3	6.7	68	N 5.1
	5 23 s.	11 20	5.029	0.8945	0.9102	2	Cu, Ci 0	5	61.1	+ 11.0	5.8	58	N 3.9
	6 5 s.	6 7	9.033	0.6624	0.6740	2	Cu, Ci 0	5	61.3	+ 10.0	5.5	60	N 3.7
4	9 54 m.	32 27	1.873	1.2530	1.2743	3	A-Cu 0	5	64.9	+ 11.6	6.7	67	NNW 3.0
	11 12 m.	36 46	1.681	1.2793	1.3010	3	Cu 5	2	64.7	+ 13.5	6.0	54	NNW 3.3
	0 19 s.	37 25	1.657	1.3021	1.3242	2	Cu, Ci 5	3	64.9	+ 13.8	5.5	46	N 3.4
	1 37 s.	34 25	1.779	1.2636	1.2851	3	Cu, Ci 5	4	64.6	+ 14.9	5.3	43	N 3.1
	3 7 s.	26 53	2.223	1.2108	1.2314	3	Cu, Ci 1	5	64.2	+ 15.9	5.6	41	N 3.2
	4 1 s.	20 58	2.805	1.1226	1.1417	3	0	5	64.1	+ 15.8	5.4	41	N 3.5
6	0 23 s.	36 22	1.696	1.2672	1.2874	3	Cu 5	3	64.1	+ 13.6	5.5	47	NE 1.4
9	10 46 m.	33 54	1.811	1.2399	1.2578	2	Cu 0	5	67.9	+ 16.3	6.9	50	WSW 2.2
	0 17 s.	35 35	1.735	1.2522	1.2703	2	Cu 2	2	67.4	+ 17.3	6.4	44	SSW 2.2
	1 57 s.	31 17	1.943	1.2175	1.2351	2	Cu 2	5	66.8	+ 18.5	6.5	41	SSW 2.2
	4 32 s.	15 41	3.709	0.9723	0.9863	2	Cu 0	5	66.1	+ 19.3	6.7	41	WNW 1.0
	5 47 s.	6 27	8.638	0.5976	0.6062	2	Cu 0	5	65.8	+ 16.7	6.6	47	SSW 2.1
10	3 1 s.	25 26	2.340	1.0938	1.1090	2	Cu 6	5	63.8	+ 18.9	6.2	39	SW 2.4
	5 22 s.	9 13	6.148	0.6822	0.6917	2	Cu, A-Cu 4	5	63.5	+ 17.4	7.2	49	SSE 0.9
11	10 11 m.	31 10	1.943	1.1948	1.2108	3	*0	5	64.4	+ 14.1	6.5	54	NNW 2.1
	0 1 s.	34 55	1.757	1.2101	1.2264	2	Cu 2	2	64.1	+ 16.9	6.4	44	N 3.1
	4 45 s.	13 27	4.277	0.8466	0.8580	2	Cu 1	5	63.4	+ 17.3	6.8	47	ESE 1.1
12	1 51 s.	30 36	1.971	1.2168	1.2325	3	*0	5	62.6	+ 19.2	5.9	36	W 2.3
	5 23 s.	8 27	6.657	0.6528	0.6612	3	*0	5	62.0	+ 17.6	5.7	38	S 3.3
18	4 6 s.	15 42	3.636	0.9039	0.9126	2	Ni 1	3	51.8	+ 18.7	8.9	56	WSW 2.0
	5 27 s.	5 59	9.114	0.4747	0.4793	2	Ni 1	5	52.0	+ 17.2	9.3	63	SW 1.4
22	1 27 s.	32 42	1.862	1.1181	1.1263	2	Cu 1	5	64.8	+ 18.4	10.3	65	S 3.2
	3 6 s.	20 41	2.846	1.0023	1.0097	2	0	5	64.9	+ 19.3	10.7	64	SE 3.1
	4 46 s.	9 38	5.895	0.6060	0.6104	2	Cu 1	5	64.7	+ 18.3	10.5	67	SSE 2.5
23	0 7 s.	30 17	1.997	1.1130	1.1205	3	*0	5	65.5	+ 18.3	11.5	64	ESE 2.7
	1 44 s.	26 57	2.221	1.0090	1.0158	2	*0	5	64.9	+ 21.7	11.5	59	SSE 3.3
	4 34 s.	10 43	5.400	0.5804	0.5843	2	*0	5	64.3	+ 21.5	11.9	63	SSE 3.9
	5 25 s.	4 35	11.753	0.2427	0.2443	2	*0	5	64.2	+ 20.3	12.6	71	SE 2.9

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_0	Aspect d. ciel	Nébulosité	Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Septembre				cal.	cal.				mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
24	9h 18m m.	22° 17′	2.653	1.0045	1.0106	2	*0	5	764.8	+ 18.°4	12.6	80	SE 3.0
	10 50 m.	28 24	2.116	1.1102	1.1170	2	*0	5	64.9	+ 20.5	12.3	69	SSE 3.7
	0 30 s.	29 37	2.036	1.1111	1.1179	2	*0	5	64.9	+ 22.5	12.1	60	S 4.3
	1 50 s.	26 12	2.280	1.0781	1.0847	2	*0	5	64.7	+ 23.3	11.2	53	S 4.8
	3 7 s.	19 53	2.952	0.9671	0.9730	2	*0	5	64.2	+ 22.6	10.7	50	S 4.3
	4 13 s.	12 50	4.478	0.7676	0.7723	2	*0	5	63.9	+ 22.5	13.6	67	S 4.2
27	0 18 s.	28 38	2.088	1.0561	1.0608	2	0	5	60.5	+ 19.1	10.3	63	SW 4.7
30	10 11 m.	24 4	2.461	1.0893	1.0922	2	0	5	62.6	+ 18.1	10.0	67	SW 5.1
	11 57 m.	27 34	2.168	1.1410	1.1441	3	0	5	62.4	+ 19.4	7.7	46	SW 6.4
	2 14 s.	22 17	2.645	0.9235	0.9260	2	Ci 0	5	62.4	+ 20.9	8.3	45	SW 5.4
Octobre													
1	0 12 s.	27 8	2.200	*0.9636	*0.9650	1	Cu 1	5	62.4	+ 16.7	9.0	63	NE 4.1
12	0 22 s.	22 49	2.635	*0.9916	*0.9822	1	S, Cu 2	3	66.2	+ 9.0	7.3	86	NNE 1.2
	0 32 s.	22 39	2.617	1.0868	1.0766	2	S, Cu 2	2	66.2	+ 9.1	7.3	86	NNE 1.2
	2 6 s.	18 27	3.178	1.0019	0.9924	2	S, Cu 2	4	66.2	+ 10.8	7.9	82	SE 1.2
30	0 40 s.	16 7	3.613	1.0255	1.0110	3	Ci 0	5	66.1	+ 6.9	3.9	52	NNW 5.4
	1 4 s.	15 26	3.768	1.0052	0.9910	3	Ci 0	5	66.2	+ 6.8	3.8	51	NNW 4.8
Novembre													
1	0 31 s.	15 39	3.740	1.0568	1.0408	3	Ci 0	5	71.0	+ 5.9	5.0	72	NNW 3.1
8	10 57 m.	12 43	4.373	1.0368	1.0176	3	*0	5	39.1	— 0.1	1.8	41	NW 8.6
	0 34 s.	13 27	4.146	1.0674	1.0476	3	*0	5	39.3	+ 0.1	1.8	39	NW 8.8
10	0 36 s.	12 51	4.379	1.0214	1.0016	3	Ci 0	5	48.3	+ 2.4	3.5	65	WSW 2.5
	1 1 s.	12 12	4.601	0.9919	0.9727	3	Ci 0	5	48.1	+ 2.6	3.6	65	WSW 2.4
12	0 31 s.	12 23	4.555	1.0362	1.0151	3	Ci 0	5	51.2	— 4.9	2.1	67	NW 3.9
16	0 51 s.	10 54	5.130	1.0027	0.9806	3	*0	2	47.7	— 10.9	1.7	92	SW 2.0
	1 11 s.	10 16	5.434	0.9783	0.9567	3	*0	5	47.8	— 10.6	1.8	91	WSW 2.2
18	1 4 s.	10 2	5.574	0.8978	0.8772	3	*0	5	49.7	— 5.4	2.3	75	NW 4.1
20	0 27 s.	10 26	5.268	0.9305	0.9083	3	*0	3	34.3	— 1.4	2.7	65	WNW 9.7
21	0 12 s.	10 22	5.341	0.9457	0.9228	—	Ci-Cu 3	5	41.5	— 5.0	2.3	72	WSW 2.3
23	0 26 s.	9 48	5.773	0.8746	0.8528	3	1	6	59.9	— 2.8	2.8	74	WNW 2.7
	0 46 s.	9 25	5.990	0.8643	0.8428	3	1	5	59.9	— 2.6	2.8	74	WNW 2.7
29	0 29 s	8 37	6.539	0.8960	0.8717	3	Ci 0	5	50.6	— 6.4	2.0	74	NW 6.1
Décembre													
8	11 9 m.	6 56	7.800	0.7015	0.6808	1	—	1	40.4	— 2.3	3.8	98	WSW 1.3
	0 12 s.	7 33	7.194	0.7763	0.7534	3	0	5	40.1	— 2.1	3.7	94	SSW 1.5
	1 14 s.	6 13	8.635	0.7315	0.7099	3	Ci 0	5	39.3	— 2.0	3.8	95	SSE 1.8

* Valeur notablement influencée par une absorption accidentelle.

Mois et date	Temps local vrai	Hauteur apparente du soleil h	Chemin parcouru par la radiation m	Q	Q_0	Aspect d. ciel	Nébulosité	Nombre de mesures n	Pression atmosphérique	Température de l'air	Humidité de l'air		Direction et vitesse du vent
Décembre				cal.	cal.				mm	Cels.	mm	%	m. p. s.
17	11h56m m.	6° 55′	7.954	0.7344	0.7114	2	A-Cu, Ci 2	1	752.1	— 16.°9	1.2	100	SW 0.9
23	10 36 m.	5 6	10.730	0.6115	0.5918	2	*0	5	61.5	— 9.4	2.2	92	NNW 2.1
	11 45 m.	6 46	8.216	0.6978	0.6753	2	*0	5	61.4	— 8.8	2.3	94	NNE 1.9
	11 59 m.	6 50	8.136	0.7081	0.6853	2	*0	5	61.4	— 8.4	2.3	94	NNE 1.9
	0 24 s.	6 41	8.307	0.7087	0.6859	2	*0	5	61.4	— 8.0	2.3	94	NNE 1.9
	0 57 s.	6 1	9.176	0.6403	0.6197	—	—	3	61.3	— 8.5	2.2	94	NNW 1.3
	1 12 s.	5 32	9.927	0.6263	0.6061	3	*0	5	61.3	— 8.7	2.2	94	NNW 1.3
	2 0 s.	3 22	15.030	0.4124	0.3991	3	*0	5	61.5	— 9.2	2.0	92	NW 1.3
	2 14 s.	2 34	18.547	0.3558	0.3443	3	*0	5	61.5	— 9.4	2.0	92	NW 1.3

Remarques diverses.

Date		Temps local vrai	Remarques
Janvier	12	11h 9m m.	Une strie de Ci.-S. passe devant le soleil.
	13	Midi-2h 34m s.	Ci. 0 à l'E.
	14	—	Intensité forte de la radiation; la température de l'air est basse.
	30	10h 27m m.	Absorption accidentelle probablement causée par la fumée des cheminées; il faut rejeter les premières mesures.
		11 51 m.	Il est évident que l'affaiblissement de la radiation solaire est dû aux produits de combustion; je vois de la tour un voile faible de fumée sur la plaine. Vu du sol, ce voile paraît plus épais et a l'air d'une couche de brouillard. Le chemin parcouru par la radiation dans cette couche est peut-être de 500 m.
Février	2	10 47 m.	Quelques nuages de Ci. au-dessous du soleil.
		11 26 m.	Voile mince de Ci. visible près du soleil.
	9	3 9 s.	Des A.-Cu. paraissent près du soleil.
		3 50 s.	Une strie d'A.-Cu. cache le soleil; aujourd'hui, le ciel a été d'un bleu foncé autour du soleil.
	14	0 26 s.	A.-Cu. 1 à l'W; 0h 43m s : A.-Cu. 1 à l'W; 1h 41m s. : les A-Cu. cachent le soleil.
	18	10h m.	Le S. se dissipe; 1h 1m s. : l'intensité de la radiation est variable par suite du givre qui tombe des arbres; peut-être aussi par suite de la vapeur d'eau émanant de la ville.
		1h 16m s.	L'intensité de la radiation variable par suite de la vapeur d'eau émanant de la ville.
		3 0 s.	Ciel voilé au SE.
Mars	14	9 58 m.	Calme. L'intensité de la radiation est variable par suite de la fumée de la ville.
		Midi	Des taches de Ci se montrent autour du soleil; peut-être, la radiation passe-t-elle à travers des nuages minces invisibles; la variabilité peut aussi ressortir de la fumée de la ville. Il n'est pas bon de mesurer l'intensité de la radiation, quand il fait calme (parce que les produits de combustion ne se dissipent pas). Les A.-Cu. s'accroissent vite et forment un voile.

Date		Temps local vrai	Remarques
Mars	15	—	Les observations de cette journée sont très bonnes.
Avril	18	—	Le ciel exempt de voiles et d'un bleu foncé.
	19	—	Le ciel d'un bleu foncé.
	25	2^h 47^m s.	Des Ci. autour du soleil.
	26	1 15 s.	Des voiles de nuages entourant le soleil se dissipent.
Mai	15	0 42 s.	L'intensité de la radiation est faible, bien que le ciel soit d'un beau clair et exempt de voiles autour du soleil.
	16	0 57 s.	Les nuages empêchent de faire des mesures.
	31	0 44 s.	Des voiles de Ci. autour du soleil; 0^h 47^m s. : des nuages se forment près du soleil.
Juin	1	0 41 s.	Des Cu. et des Ci. se forment.
Juillet	23	0 1 s.	L'intensité de la radiation solaire diminue d'un jour à l'autre parce qu'il ne tombe pas de pluie qui purifie l'atmosphère.
Août	1	10 30 m.	Des Ci. autour du soleil; 0^h 3^m s. : Des Ci. autour du soleil.
		2 30 s.	Voile de Ci. devant le soleil.
	2	0 3 s.	L'air paraît plus pur et plus transparent que jamais.
	9	7 56 m.	La pluie du soir passé a purifié l'air.
		0 16 s.	Ciel extrêmement clair et exempt de voiles entre les nuages. (En traversant les lacunes de la couche des Cu., la radiation solaire paraît parfois affaiblie.)
Septembre	2	1 6 s.	Le ciel d'un bleu foncé. Il est intéressant de voir que l'intensité de la radiation s'est accrue, depuis que la pluie des derniers jours a purifié l'air.
	4	11 12 m.	Ciel d'un beau bleu.
	24	4 15 s.	L'aspect du ciel est restée invariable pendant tout le jour. La série de mesures est très homogène.
Octobre	1	0 12 s.	L'air peu transparent.
	30	1 15 s.	Un voile de Ci. se forme près du soleil.

Table des matières.

Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901 1
1. Introduction 3
2. Instruments de mesure 4
3. Mesures 6
4. Erreurs probables des mesures 8
5. Valeurs maxima de l'intensité de la radiation solaire 11
6. Marche diurne de l'intensité de la radiation solaire 13
7. Marche annuelle de l'intensité de la radiation solaire 17
8. Absorption de la radiation solaire due à la vapeur d'eau de l'atmosphère terrestre 24

Appendice. Tableaux 29
Légende explicative du Tableau I et du Tableau II de l'Appendice 30
Tableau I. — Liste des mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901 . . . 31
Tableau II. — Valeurs moyennes des mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901 46
Remarques diverses 53
Table des matières 55

Tryckt den 15 april 1907

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 5.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

1 & 2

VON

A. G. NATHORST

MIT 3 TAFELN

MITGETEILT AM 13. MÄRZ 1907

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN	LONDON	PARIS
R. FRIEDLÄNDER & SOHN	WILLIAM WESLEY & SON	LIBRAIRIE H. LE SOUDIER
11 CARLSTRASSE	28 ESSEX STREET. STRAND	174 BOULEVARD S:T GERMAIN

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 5.

PALÄOBOTANISCHE MITTEILUNGEN

1 & 2

VON

A. G. NATHORST

MIT 3 TAFELN

MITGETEILT AM 13. MÄRZ 1907

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

1. Pseudocycas, eine neue Cycadophytengattung aus den cenomanen Kreideablagerungen Grönlands.

Die Zahl der fossilen Cycadophyten, die sich den jetzigen Cycadaceen nahe anschliessen, ist wie bekannt verhältnismässig sehr gering. Dies gilt insbesondere von den Repräsentanten der Unterfamilie *Zamieae*, die bisher nur vom Tertiär mit Sicherheit angeführt werden kann, denn die mesozoishen Blätter, die man als *Zamites* und *Dioonites* bezeichnet hat, gehören ja nicht einmal zu den *Cycadales*, und auch die hier einrangierten Blütenreste, wie *Androstrobus* u. a., nehmen eine ziemlich zweifelhafte Stellung ein. Anders schien es sich mit der Unterfamilie *Cycadeae* zu verhalten, denn als zu ihr gehörig wurden nicht nur sterile Blätter (*Cycadites*) sondern auch Fruchtblätter (*Cycadospadix*) aufgefasst, die in der Tat eine recht erhebliche äussere Ähnlichkeit mit den entsprechenden Teilen von *Cycas*, dem einzigen Vertreter der Unterfamilie in der Gegenwart, darbieten. Da solche Reste schon in den Triasablagerungen vorkommen, lag natürlich die Schlussfolgerung nahe, dass die Unterfamilie *Cycadeae* älter sein müsse als die Unterfamilie *Zamieae*, was ja übrigens mit dem einfacheren Bau der weiblichen *Cycas*-Blüte in gutem Einklang zu stehen schien. Ja, dass diese Gattung selbst schon in der Kreidezeit existiert habe, schien endlich erwiesen, als Heer 1882 zwei Arten derselben von den cenomanen Kreideablagerungen Grönlands in seiner *Flora fossilis grönlandica* beschrieb.

Die eine dieser Arten, die von A. E. Nordenskiöld schon 1871 in den betreffenden Ablagerungen bei Atanekerdluk entdeckt worden war, wurde allerdings von Heer zuerst (Kreideflora der arktischen Zone,[1] p. 99) als *Cycadites Dicksoni* bezeichnet. Als er aber bei der erwähnten Gelegenheit 1882 das prachtvolle Blatt der anderen Art, das D:r K. J. V. Steenstrup inzwischen auf der Halbinsel Upernivik gefunden hatte, in der *Flora fossilis grönlandica* beschrieb, nahm er sowohl diese wie die oben genannte Art in die heutige Gattung *Cycas* auf. Dies geschah nicht nur weil das von Steenstrup gefundene Blatt — *Cycas Steenstrupi* Heer — mit den Blättern von *Cycas* gut

[1] Heer, Die Kreideflora der arktischen Zone. K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd 12, N:o 6, Stockholm 1874.

übereinzustimmen schien, sondern auch weil ein Gegenstand, den Heer als ein Fruchtblatt von *Cycas* deutete, auf derselben Steinplatte neben dem Blatte lag. Ich habe seinerzeit dies mutmassliche Fruchtblatt im mineralogischen Museum der Universität Kopenhagen in Augenschein genommen und muss mich der Meinung Seward's anschliessen, dass der Rest auf der Zeichnung zu sehr restauriert worden ist, und dass die Deutung desselben als ein Fruchtblatt von *Cycas* nicht zutreffend ist.[1] Es kommt also ausschliesslich auf den Bau ihrer Blätter an, ob die beiden fossilen Arten als zur Gattung *Cycas* gehörig anzusehen sind.

Als ich 1883, als Teilnehmer der Expedition A. E. Nordenskiölds, mit der Untersuchung der pflanzenführenden cenomanen Kreideablagerungen bei Atanekerdluk auf Grönland beschäftigt war, fand ich in einer von mir neuentdeckten pflanzenführenden Schicht zwei neue Arten, die ebenfalls zur Gattung *Cycas* zu gehören schienen. Der Fund wurde in dem Bericht über die Expedition beiläufig von mir erwähnt,[2] eine Textfigur der einen Art wurde beigegeben (p. 287, Fig. 5) und als *Cycas n. sp.* bezeichnet. Eine ausführliche Beschreibung der beiden Arten ist aber bisher noch nicht erfolgt.

1904 wurden von Herrn F. J. Blomqvist und mir einige Blattreste eines *Cycadites* im liassischen Sandstein von Hör in Schonen aufgefunden. In der Absicht diese Reste zu beschreiben habe ich dieselben mit den von mir aus Grönland mitgebrachten oben erwähnten Blättern verglichen und dabei gefunden, dass diese nicht zur Gattung *Cycas* gehören können, sondern vielmehr den eigentümlichen Typus einer bisher unbekannten Gattung darstellen. Es hat sich ferner herausgestellt, dass auch die beiden von Heer beschriebenen Arten aus Grönland zu der neuen Gattung, die ich *Pseudocycas* genannt habe, gehören müssen. Da die Merkmale derselben am besten durch eine Schilderung der von mir bei Atanekerdluk gefundenen Arten zum Ausdruck kommen, gehe ich nun zu dieser Beschreibung über.

Pseudocycas insignis m.

Taf. 1, Fig. 1—5; Taf. 2, Fig. 1—9; Taf. 3, Fig. 1.

Cycas n. sp., Nathorst in A. E. Nordenskiöld, Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland, p. 289 und Textfigur 5, p. 287. Stockholm 1885.

Die Blätter dieser Art sind bis 16 Centimeter breit, regelmässig gefiedert, in der äusseren Tracht sehr an die Blätter von *Cycas* erinnernd. Die Blattspindel ist bis 10 Millimeter breit und zeigt an der Oberseite zwei schmale parallele Rinnen, an deren äusserer Seite die an der Basis etwas erweiterten Fiedern inseriert sind, so dass die Fiedern an jeder Seite der Spindel durch die von den beiden Rinnen umfasste Mittelpartie von einander getrennt sind (Taf. 1, Fig. 2—4). Mitunter kommt eine Längsfurche in dieser Partie vor (Fig. 3). Die Fiedern sind etwas nach vorn gerichtet,

[1] »There is nothing on the slab containing the well preserved Cycadean frond which can be reasonably compared with the carpel of *Cycas*.» Seward, The jurassic Flora. I. The Yorkshire Coast. p. 274. Catalogue of the mesozoic plants in the department of geology British Museum (Natural History). London 1900.

[2] A. E. Nordenskiöld, Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland. p. 287, 289. Stockholm 1885. Die beiden Kapitel 6 und 7 sind von mir verfasst.

parallelseitig, lineal, etwa 2—3 Millimeter breit, spitz und zeigen eine sehr deutliche Mittelrippe. Sie sind deutlich von einander getrennt und weichen in dieser Hinsicht von *Pseudocycas Dicksoni* Heer sp. ab, bei welcher »die Fiedern so dicht beisammen stehen, dass sie sich an den Rändern berühren und nur vorn etwas aus einander treten» (Heer, Kreideflora d. arct. Zone, p. 99). *Pseudocycas Steenstrupi* hat schmälere Blätter mit breiteren Fiedern und ihre Spindel ist »in der Mitte mit kleinen Wärzchen besetzt, die schwache Querstreifen zu bilden scheinen» (Heer, Flora foss. grönl., p. 41). Es ist also deutlich, dass unsere *Pseudocycas insignis* eine neue Art darstellt, die allerdings der *Ps. Dicksoni* nahe kommt.

Man braucht ja nur einen Blick auf die Abbildungen (Taf. 1, Fig. 1—5) zu werfen, um die grosse äussere Ähnlichkeit mit den Blättern von *Cycas* zu erkennen. Ein Unterschied ist allerdings vorhanden, der auch bei den meisten *Cycadites*-Blättern wiederzukehren scheint: die Blattfiedern sind nämlich nicht an der Basis verschmälert, sondern gewöhnlich mit ihrer ganzen Breite oder sogar, wie im vorliegenden Falle, mit etwas erweiterter Basis an der Spindel angeheftet. Auch wenn die Anheftungsstelle selbst etwas schmäler ist als die Breite der Fieder (wie bei *Cycadites Saladini* Zeiller[1]), geht diese Verschmälerung, etwa wie bei *Zamites*, sehr plötzlich vor sich und bietet keine Ähnlichkeit mit der allmählichen Verschmälerung an der Basis der *Cycas*-Fiedern, die auch an den obersten derselben, deren hinterer Rand herablaufend ist, beobachtet werden kann.[2] Bei *Cycadites Lorteti* Saporta[3] werden die Fiedern allerdings auf die Basis zu schmäler, erweitern sich aber dann wieder, so dass sie mit breiterer Basis inseriert sind. Diese Art scheint übrigens von den anderen Cycaditen durch den breiten Mittelnerv der Fiedern so sehr abzuweichen, dass sie wahrscheinlich zu einer anderen Gattung als die übrigen gehört.

Bei der Untersuchung der betreffenden Art aus Grönland ist es mir gelungen, mikroskopische Präparate von der Kutikula der Blattfiedern zu erhalten und diese lassen einen Bau der Blätter erkennen, der sich mit einer Einreihung derselben in die Gattung *Cycas* nicht vereinigen lässt. Ja die Stellung der Spaltöffnungen ist vollständig abweichend von allen bisher bekannten Cycadophyten. Die Fiedern sind nämlich nur scheinbar einnervig, und die Mittelrippe besteht vielmehr aus zwei dicht an einander gedrängten Nerven, die an der Unterseite der Fieder eine Rinne umschliessen, in welcher die Spaltöffnungen ihren Platz haben, während sie im übrigen Teil der Fieder vollständig fehlen. Auch an den Abdrücken der Unterseite der Fiedern kann das Vorhandensein von zwei Nerven deutlich wahrgenommen werden, falls das Fossil, wie im vorliegenden Falle, in einem sehr feinkörnigen und weichen Gestein vorkommt (Taf. 1, Fig. 3 und 5). Der Abdruck der Unterseite der Fieder zeigt nämlich in der Mitte nicht eine konkave Längsrinne, sondern vielmehr eine konvexe Rippe, die von zwei schmalen Rinnen, welche den Ner-

[1] Zeiller, Flore fossile des gites de charbon du Tonkin. p. 154, pl. 41. Paris 1903.

[2] *Cycadites constrictus* Feistmantel scheint mir nicht hierher zu gehören, sondern dürfte eher eine Conifere sein. Feistmantel, Fossil flora of the upper Gondwanas on the Madras coast, p. 25, pl. 7, fig. 10. Palaeontologia indica. Fossil flora of the Gondwana system. vol. 1, part 4. 1879.

[3] Saporta. Plantes jurrassiques, t. 2. p. 75, pl. 82, fig. 1—3. Paléontologie française. 2:me série, végétaux. Paris 1875.

ven entsprechen, also Abdrücke derselben sind, eingefasst ist; die Rippe entspricht der Rinne mit den Spaltöffnungen zwischen den beiden Gefässbündeln. Es ist aber klar, dass eine sehr gute Erhaltung nötig ist, um diesen Bau zeigen zu können, in sonstigen Fällen ist es unmöglich zu entscheiden, ob ein oder zwei Nerven vorhanden sind. Die Rinne an der Unterseite der Fieder ist immer mit Steinsubstanz gefüllt, die schwer zu entfernen ist und daher die Untersuchung der gebleichten Präparate erschwert. Denn erst nach Entfernung dieser Substanz kommen die Spaltöffnungen zwischen den beiden Gefässbündeln zu sehen. Das ganze erinnert recht sehr an die sogenannten »Doppelnadeln» der *Sciadopitys verticillata.*

Fig. 1 auf Taf. 2 stellt ein mikrophotographisches Bild ($^{15}/_{1}$) von einem Fragment einer gebleichten Blattfieder dar, und zwar von der Unterseite gesehen. Die beiden dunklen Streifen entsprechen den beiden Gefässbündeln, zwischen welchen die Rinne mit den Spaltöffnungen zu sehen ist. Die Kutikula der Unterseite ist an mehreren Stellen zerrissen, so dass auch die der Oberseite stellenweise beobachtet werden. kann. Schon auf dieser Abbildung aber noch besser in Figur 2, die eine Partie der vorigen in stärkerer Vergrösserung ($^{40}/_{1}$) darstellt, kann man beobachten, dass die Epidermiszellen in länglichen Reihen geordnet sind, so dass die Kutikula gleichsam gestreift erscheint. Dies gilt von der Kutikula der beiden Seiten des Blattes, wie auch aus dem Exemplar Taf. 2, Fig. 5 erhellt, das eine Partie der beiden Seiten veranschaulicht, indem die Kutikula am Rande der Fieder bei der Präparation in solcher Weise umgebogen worden ist, dass beide Seiten neben einander zu sehen kommen. Die dunklere Partie in der Mitte entspricht dem Blattrande, an dessen rechter Seite die Kutikula der Oberseite, an dessen linker die der Unterseite vorliegt. Schon hier sieht man, dass die reihenförmige Anordung der Zellen, die geschlängelten Wandungen derselben u. s. w. nicht die geringste Ähnlichkeit mit den Blattfiedern von *Cycas* darbieten. Von den jetzigen Cycadeen hat bekanntlich nur die *Stangeria* Zellen mit geschlängelten Wandungen, aber die Anordung der Zellen ist eine andere, und das ganze Blatt ist ja ganz anders gebaut. Die Abbildungen Taf. 2, Fig. 7 und Taf. 3, Fig. 1 zeigen eine Partie der Kutikula von der Oberseite des Blattes in noch stärkeren Vergrösserungen ($^{100}/_{1}$ und $^{150}/_{1}$), während Fig. 6 eine Partie der Unterseite ($^{100}/_{1}$) wiedergibt. Eine ziemlich ähnliche Form der Zellen wie auch eine entsprechende reihenförmige Anordnung derselben ist von Schenk an der Oberseite der Blätter von *Dioonites Dunkerianus* Miquel beobachtet worden, während die Zellen der Blattunterseite, die die Spaltöffnungen trägt, mehr unregelmässig gestellt sind.[1] Wie Schenk hervorhebt, bieten auch verschiedene Arten von *Anomozamites* und *Pterophyllum* eine etwas ähnliche Struktur der Epidermis dar (Zellen mit wellig gebogenen Seitenwänden), zu welchen auch *Otozamites* und *Dictyozamites* noch hinzugefügt werden können.

Die Spaltöffnungen von *Pseudocycas insignis* kommen an der Blattunterseite nicht nur an der Rinne zwischen den beiden Gefässbündeln, sondern auch, wie es den Anschein hatte, an den durch diese hervorgebrachten Emporwölbungen vor. Sie sind

[1] A. Schenk, Die Flora der nordwestdeutschen Wealdenformation, p. 233, Taf. 36, Fig. 2—4. Palaeontographica 19. Cassel 1871.

jedoch hier in Folge der Undurchsichtigkeit der Wölbungen schwer wahrzunehmen; in diesen Emporwölbungen habe ich übrigens zuweilen einige tiefbraune, langgestreckte dickwandige Zellen beobachtet, die ungefähr wie Libriformzellen aussehen, und die wohl zu den Gefässbündeln gehören.

Im Blatteil zu beiden Seiten ausserhalb der Gefässbündel fehlen die Spaltöffnungen, wie schon erwähnt, gänzlich.

Die Spaltöffnungen, die an der Blattunterseite in der Rinne zwischen den Gefässbündeln vorkommen (Taf. 2, Fig. 1—4), sind ziemlich kreisförmig, und die Schliesszellen heben sich, in Folge der Kutinisierung, durch dunklere Färbung von der Umgebung ab. Sie sind aber recht unscharf begrenzt (Fig. 3 und 4) und nicht so deutlich als man hätte wünschen können, was z. T. auf der Schwierigkeit, die Rinne ganz frei von der Steinsubstanz zu erhalten, beruht. Man sieht hier mitunter einige kleine Krystalle, ohne jedoch entscheiden zu können, ob sie im Gewebe selbst vorkommen oder nur eine sekundäre Erscheinung sind. Die die Spaltöffnungen umgebenden Zellen scheinen an der Oberfläche etwas granuliert zu sein. Die Kutikula der Oberseite der Fieder setzt sich über Nerven und Rinne unverändert fort, Spaltöffnungen fehlen also.

Endlich sei hier noch eine Erscheinung erwähnt, die mit dem Trocknen und Zusammenschrumpfen der Blätter beim Verwelken oder bei der Fossilwandelung in Verbindung zu stehen scheint. An den meisten Präparaten (Taf. 1, Fig. 1—4) treten nämlich dunklere Streifen hervor, die die Fiedern in verschiedenen Richtungen ganz unregelmässig durchkreuzen und überqueren. Diese Streifen haben das ganze Blattgewebe durchsetzt und sind insbesondere an solchen Präparaten deutlich, die nach dem Bleichen auch mit Ammoniak behandelt worden sind. An diesen Präparaten ist nämlich die Kutikula etwas angegriffen, so dass der Umriss der Zellen nicht mehr wahrgenommen werden kann, während das ganze Präparat bedeutend heller ist. Die betreffenden Bildungen sind dagegen unverändert geblieben und heben sich durch ihre tiefbraune Farbe sehr deutlich von den helleren Teilen des Präparates ab (Taf. 2, Fig. 8). Man sieht auch dass die Leisten mit Löchelchen von wechselnder Grösse versehen sind, die obschon unregelmässig doch scharf begrenzt sind (Taf. 2, Fig. 8, 9). Es handelt sich wohl um irgend einen vegetabilischen Aussonderungsstoff, der in die beim Trocknen entstandenen Spalten eingedrungen ist.

Pseudocycas pumilio m.

Taf. 1, Fig. 6, 7.

Zusammen mit den Resten der vorigen Art wurde auch das auf Taf. 1, Fig. 6 abgebildete Blatt gefunden, welches vollständig wohl kaum eine Länge von mehr als 20 Centimeter gehabt haben dürfte, während die Breite desselben nur 3 Centimeter beträgt. Die Fiedern sind mehr nach vorn gerichtet als bei *Pseudocycas insignis*, während ihre Breite etwa 1,5—2 Millimeter beträgt. Dass es sich um eine *Pseudocycas*

handelt, wird durch den Abdruck der Blattunterseite offenbar, denn auch hier (Fig. 7) bildet der Abdruck der Mittelrippe eine konvexe Leiste, die von zwei Furchen begrenzt ist.

Es ist vielleicht möglich, dass dies Exemplar lediglich ein junges Blatt der vorigen Art darstellt. Da aber keine Übergänge, die eine Zusammengehörigkeit beider beweisen könnten, vorhanden sind, dürfte es am richtigsten sein, das Blatt bis auf weiteres als eigene Art zu betrachten. Die Frage ist ja an und für sich recht bedeutungslos.

Pseudocycas Dicksoni Heer sp.

1874. *Cycadites Dicksoni* Heer, Kreideflora der arktischen Zone, p. 99, Taf. 27, Fig. 9 c, Taf. 28, Fig. 7. K. Sv. Vetensk. Akad. Handlingar, Bd 12, N:o 6. Stockholm. Auch in Flora fossilis arctica, vol. 3.
1882. *Cycas Dicksoni* Heer, Flora fossilis grönlandica. T. 1, p. 42, Taf. 14, Fig. 10, Taf. 16, Fig. 7. Flora foss. arctica. vol. 6: 2. Zürich.

Der Erhaltungszustand des Originalexemplars dieser Art, das in der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm vorliegt, ist allerdings kein solcher, dass Präparate der Kutikula haben angefertigt werden können. Aus dem Abdruck der Blattunterseite geht jedoch hervor, dass die Fiedern in ähnlicher Weise wie bei den vorigen Arten zweinervig sind, daher es sich auch hier um eine *Pseudocycas* handeln muss.

Pseudocycas Steenstrupi Heer sp.

Taf. 2, Fig. 10, 11.

1882. *Cycas Steenstrupi* Heer, Flora fossilis grönlandica, T. 1, p. 40, Taf. 5.

Nachdem ich zu der Schlussfolgerung gekommen war, dass die oben beschriebenen Blätter zu einer von *Cycas* ganz abweichenden Gattung gehört haben müssen, war es natürlich von ganz besonderem Interesse zu erfahren, wie es sich mit dem schönen Blatt, das Heer als *Cycas Steenstrupi* beschrieben hatte, in dieser Hinsicht verhalten könnte. Da Heer in seiner Beschreibung erwähnt, dass die Kohlenrinde an einigen Fiedern noch erhalten war, wandte ich mich an Herrn Magister N. Hartz in Kopenhagen mit der Bitte, mir geneigtest wenn möglich ein kleines Fragment einer solchen Fieder zur Untersuchung senden zu wollen. Nachdem der Direktor des mineralogisch-geologischen Museums zu Kopenhagen, Herr Prof. D:r N. V. Ussing sich mit grosser Zuvorkommenheit damit einverstanden erklärt hatte, bekam ich ein kleines Fragment eines der obersten Fiedern links von dem Originalexemplar Heers. Die Herren Hartz und Assistent J. P. J. Ravn hatten dazu die Freundlichkeit, das Exemplar mit Rücksicht auf die Nervatur untersuchen zu wollen, konnten aber dabei nicht anders sehen, als dass es sich um einen einzigen an der Unterseite der Fiedern konvex her-

vortretenden Nerv handelte, was ja, angesichts des groben Gesteins, in welchem das Blatt vorliegt, schon im voraus zu erwarten war.

Dass es sich jedoch auch hier um eine *Pseudocycas* handeln muss, ist aus dem Bau der Kutikula ersichtlich. Die verkohlte Partie des mir übersandten Fiederfragmentes konnte allerdings nicht unbeschädigt vom Gestein losgelöst werden, ich war vielmehr genötigt, das ganze Steinstückchen auf gewöhnliche Weise mit Bleichungsflüssigkeit zu behandeln. Nach einigen Tagen gelang es mir dann, einige sehr winzige Kutikulapartien loszulösen, von welchen einige von der Blattfläche an der Seite der Mittelrippe, andere von den Partien unter derselben stammen. Jene zeigen auch hier (Taf. 2, Fig. 10) in Reihen gestellte Zellen mit schlängeligen Seitenwandungen, ganz wie bei *Pseudocycas insignis*, und Spaltöffnungen fehlen in dieser Partien gänzlich. Solche finden sich dagegen an der verdickten Kutikula unter der Mittelrippe und scheinen hier (Taf. 2, Fig. 11) etwas gedrängter als bei *Pseudocycas insignis* gestellt zu sein, während die umgehenden Zellen gleichsam granuliert erscheinen, was wohl auf das Vorhandensein ausgezogener Papillen, etwa wie bei *Sciadopitys*, deutet. Obschon ich allerdings keine zwei Gefässbündel habe konstatieren können, dürfte es, in Anbetracht der sonstigen Übereinstimmungen, nicht zu bezweifeln sein, dass auch die betreffende Art zur Gattung *Pseudocycas* gehören muss. Ich halte es übrigens nicht für ganz ausgeschlossen, dass die beiden Gefässbündel zuweilen mit einander verwachsen können, so dass scheinbar nur eines vorhanden ist. Wenigstens habe ich an einem Präparat von *Pseudocycas insignis* eine Andeutung davon beobachtet, so dass die Gefässbündel, die am einen Ende des Präparats deutlich getrennt sind, am anderen sich einander nähern. Vielleicht geschieht dies auf die Spitze der Fieder zu.

Nach obiger Darstellung können wir die Gattung *Pseudocycas* als einen Cycadophyten charakterisieren, dessen gefiederte Blätter in ihrer äusseren Tracht recht sehr an die Blätter von *Cycas revoluta* erinnerten, obschon die Fiedern gegen die Basis zu nicht verschmälert, sondern mit ihrer ganzen Breite (oder sogar etwas erweitert) an der Spindel angeheftet waren. Jede Fieder wurde von zwei in der Mitte derselben dicht an einander gedrängten Nerven durchzogen, zwischen welchen die Spaltöffnungen in einer Rinne an der Unterseite des Blattes ihren Platz hatten, während sie in den übrigen Teilen des Blattes fehlten. Die Epidermiszellen waren in Längsreihen geordnet und hatten schlängelige Wandungen.

Von dieser Gattung liegen jetzt vier Arten aus den cenomanen Kreideablagerungen Grönlands vor. Zwei derselben, *Pseudocycas insignis* und *Ps. pumilio*, sind an derselben Stelle zusammen gefunden worden, während *Ps. Dicksoni* und *Ps. Steenstrupi* an je einer besonderen Lokalität gefunden sind. Die drei ersten stammen allerdings sämtlich von Atanekerdluk, *Ps. Dicksoni* kommt aber in einem tieferen Horizont vor als die beiden übrigen. Es ist ferner wahrscheinlich, dass auch *Ps. Steenstrupi*, die auf der Halbinsel Upernivik entdeckt wurde, einem etwas verschiedenen Horizonte angehört. Die Annahme, dass Repräsentanten der jetzigen Gattung *Cycas* in der Kreidezeit auf Grönland gelebt haben, ist also unrichtig, und damit sind

selbstverständlich alle Schlussfolgerungen, die man aus dieser Annahme sowohl in klimatologischer wie in pflanzengeographischer Hinsicht gezogen hat, ganz von selbst hinfällig. *Pseudocycas* steht offenbar gewissen Pterophyllen und Diooniten näher als *Cycas*.

Es ist wohl wahrscheinlich, dass man *Pseudocycas*, in Anbetracht der eigentümlichen Stellung der Spaltöffnungen, zu den Xerophyten rechnen muss. Wie es sich in dieser Hinsicht mit den übrigen Repräsentanten der cenomanen Kreideflora Grönlands verhält, kann erst durch entsprechende Untersuchungen über den Bau iher Blätter entschieden werden, was leider nur ausnahmsweise möglich ist. Es ist wohl im voraus die Annahme am wahrscheinlichsten, dass die betreffende Flora aus Repräsentanten verschiedener Standorte zusammengesetzt ist, und dass ein Teil der Pflanzen von längerem Abstand nach den Ablagerungen hingeschwemmt sind. Es wäre also verfrüht schon jetzt irgendwelche allgemeine Schlussfolgerungen über die biologischen Verhältnisse, die während der betreffenden Zeitperiode hier geherrscht haben, ziehen zu wollen.

Dessenungeachtet kann ich nicht umhin in diesem Zusammenhang an ein ganz eigentümliches Verhältnis zu erinnern, nämlich dass auch zwei fossile Coniferen aus dieser Gegend einen Blattbau besitzen, der gewissermassen an denjenigen von *Pseudocycas* erinnert. Die Kutikula der s. g. *Pinus Crameri* Heer aus den urgonen Komeablagerungen zeigt nämlich, wie schon längst von Schenk hervorgehoben worden ist, »zahlreiche Spaltöffnungen, umgeben von palisadenähnlichen Fortsätzen der umgebenden Epidermiszellen in der Mittelzone des Blattes (Mittelnerv Heer's), während die angrenzenden Flächen frei davon sind» (Schenk in Schimper & Schenk, Paläophytologie, p. 293). Dasselbe gilt auch von anderen 1883 von mir in den cenomanen Ablagerungen von Atanekerdluk (nicht bei Kome wie Schenk irrtümlich angibt) gefundenen Nadeln, die seiner Zeit von Schenk untersucht worden sind (Schenk, l. c. p. 346). Wir kennen also gegenwärtig sechs verschiedene Pflanzen — vier *Pseudocycas*-Arten und zwei Coniferen — die hinsichtlich der Stellung der Spaltöffnungen ungefähr dieselben Einrichtungen zeigen. Dies kann doch wohl kaum zufällig sein, sondern muss wohl vielmehr in bestimmten äusseren Verhältnissen seinen Grund haben. Heer nimmt an (Flora foss. grönlandica. 2. p. 227), dass die urgone Kreideflora Grönlands »auf ein nasses heisses Klima und eine mittlere Jahrestemperatur von 21—22° C. schliessen lässt», und dass während der cenomanen Zeit »noch keine Abnahme der Temperatur nachweisbar ist». Die hier besprochenen *Pseudocycas*- und Coniferenarten würden also unter einem subtropischen Klima gelebt haben. Bedenkt man nun, dass die Fundorte derselben zwischen 70° und 71°5′ n. Br. liegen, so müssten die Pflanzen — vorausgesetzt dass die Lage der Pole dieselbe war wie jetzt — während eines grossen Teiles des Sommers der Nächte und also auch des Taues entbehrt haben. Es wäre also nur zu erwarten, dass sich besondere Einrichtungen ausgebildet hätten, um eine zu starke Transpiration von den Blättern zu verhindern, und als solche darf man vielleicht den oben beschriebenen Bau der Blätter von *Pseudocycas* und von den beiden Coniferen betrachten. Bevor umfassenderes Material vorliegt, dürfte man jedoch am besten tun, sich weiterer Schlussfolgerungen zu enthalten. Die beiden Co-

niferen betreffend liegt aber offenbar jetzt kein Grund vor, sie als mit *Sciadopitys* verwandt zu betrachten, nur weil sie hinsichtlich der Stellung der Spaltöffnungen mit dieser Gattung übereinstimmen. Wir können vielmehr einen ähnlichen Bau bei verschiedenen Pflanzen erwarten.[1]

Da die hier beschriebenen *Pseudocycas*-Arten, obgleich ihre äussere Tracht so sehr an *Cycas* erinnert, sich doch als zu einer ganz abweichenden Gattung gehörig erwiesen haben, fragt es sich, wie es sich wohl in dieser Hinsicht mit *Cycadites* verhalten kann. Die Antwort wird sein, dass wir augenblicklich sehr wenig davon wissen. Es ist möglich, dass einige Cycaditen sich als *Pseudocycas*-Arten entpuppen werden, während die Stellung der anderen auch ferner zweifelhaft bleiben muss, bis besseres Material zu Tage gefördert ist. Das Vorkommen der als *Cycadospadix* bekannten Organe scheint ja allerdings das Vorhandensein der Unterfamilie *Cycadeae* schon seit der Triaszeit anzudeuten, anderseits muss aber eingeräumt werden, dass der Bau von *Cycadospadix* nicht hinreichend bekannt ist, um sichere Schlussfolgerungen zu gestatten. Wir stehen also hier noch ungelösten Fragen gegenüber.

---

[1] Während diese Arbeit im Druck war, habe ich einen Aufsatz — The »xerophytic» character of the gymnosperms. Is it an »ecological» adaptation? (The new Phytologist, vol. 6, n:o 2, february 1907) — von Miss Dr. M. C. Stopes in Manchester erhalten, in welchem Verfasserin die Meinung ausspricht, dass die infolge Fehlens der Gefässe geringere Wasserzufuhr in den Stämmen der Gymnospermen notwendigerweise einen xerophytischen Bau der Blätter herbeiführen muss, und zwar auch dann, wenn die Pflanzen in regenreichen Gebieten leben.

10. Juni 1907.

2. Die Kutikula der Blätter von Dictyozamites Johnstrupi Nath.

Taf. 3, Fig. 2—8.

Die Gattung *Dictyozamites* weicht bekanntlich von den meisten Cycadophyten durch den netzadrigen Bau ihrer Fiedern ab. Vor wenigen Jahren würde man sogar gesagt haben, dass sie die einzige Gattung unter diesen Pflanzen sei, die durch eine solche Nervatur gekennzeichnet wird, nachdem aber Seward auch *Ctenis* unter die Cycadophyten gestellt hat,[1] steht *Dictyozamites* in der erwähnten Hinsicht nicht mehr allein, obschon *Ctenis* und *Dictyozamites* im übrigen nicht viel mit einander gemein haben. *Dictyozamites* kann in treffender Weise als ein *Otozamites* mit anastomosierenden Nerven charakterisiert werden.

Die Gattung wurde zuerst aus den mesozoischen Ablagerungen Indiens beschrieben, dann aus Japan angeführt und war also nur aus Asien bekannt, bis ich 1889 den ersten europäischen Vertreter derselben — *Dictyozamites Johnstrupi* Nath. — aus Bornholm beschrieb.[2] Seitdem ist neuerdings von Seward eine andere Art aus England beschrieben worden.[3]

In meinem erwähnten Aufsatz war bei der Beschreibung der Art aus Bornholm beiläufig bemerkt, dass der Erhaltungszustand der Blätter ohne Zweifel die Herstellung von mikroskopischen Präparaten der Epidermis (Kutikula) gestatten würde, obschon ich damals noch nicht dazu hatte kommen können, was aber nunmehr geschehen ist.

Das Bleichen der Fiedern geht sehr leicht vor sich, ich habe dabei »*Eau de Javelle*» benutzt. Die Kutikula ist dünn und wird daher beim Bleichen nicht bräunlich sondern vielmehr gelb. Die Präparate werden am besten in Gelatinglycerin aufbewahrt, Canadabalsam eignet sich nicht für dieselben. Um klare Bilder für das Mikroskop

---

[1] A. C. Seward, The jurassic Flora. I. The Yorkshire coast. Catalogue of the mezosoic plants in the department of geology British Museum (Natural History). London 1900.

[2] A. G. Nathorst, Sur la présence du genre *Dictyozamites* Oldham dans les couches jurassiques de Bornholm. Bull. de l'acad. roy. danoise des sciences pour l'année 1889. Copenhague.

[3] A. C. Seward, On the occurrence of *Dictyozamites* in England, with remarks on european and eastern mesozoic floras. Quarterly Journal Geol. Soc. of London. Vol. 59. 1903.

zu erhalten ist es notwendig, die Kutikulen der beiden Blattseiten von einander zu trennen, was ziemlich leicht geschehen kann. Bei dieser Spaltung der Fieder können auch die Residuen, die nach dem Bleichen zwischen den beiden Kutikulaflächen zurückgeblieben sind, entfernt werden.

Für den äusseren Bau der Blätter von *Dictyozamites Johnstrupi* verweise ich auf meinen angeführten Aufsatz sowie auf D:r Hj. Möllers spätere Beschreibung derselben Art.[1]

Betrachten wir zunächst die Unterseite der Fiedern, an welcher allein die Spaltöffnungen vorkommen, und zwar an den Flächen zwischen den Nerven (Taf. 3, Fig. 2, $^{40}/_{1}$). Die Schliesszellen sind gewöhnlich, wenngleich nicht immer, ungefähr senkrecht zu dem Verlauf der Nerven orientiert (Taf. 3, Fig. 3, $^{80}/_{1}$), d. h. sie sind im Verhältnis zu diesen meistens quergestellt. Die über den Nerven liegenden Zellen sind etwas mehr ausgezogen und schmäler als diejenigen der Spaltöffnungsflächen, haben aber wie die übrigen schlängelige Wandungen (Taf. 3, Fig. 3 und 4). Die Schliesszellen zeigen mitunter eigentümliche Verdickungen (Taf. 3, Fig. 5 und 6), als ob sie mit Zähnen in einander gegriffen hätten. Die Querschnitte gewähren leider in dieser Sache keine Aufschlüsse, da ja nur die kutinisierte Partie der Schliesszellen erhalten ist. Die an die äussere Seite einer Schliesszelle angrenzende Zelle weicht durch dunklere Farbe von der Umgebung ab, d. h. die Aussenwand derselben ist stärker kutinisiert, und die Schliesszellen erscheinen auf solche Art wie von zwei dunkleren Zellen umrahmt (Fig. 4, $^{240}/_{1}$). Bemerkenswert ist ferner an dieser Seite das Vorkommen einer Papille in der Mitte jeder Zelle, obschon sie mitunter in den Zellen über den Nerven fehlen kann. Solche Papillen kommen auch an anderen Pflanzen jener Zeitperiode nicht selten vor. Ich habe sie selbst an *Baiera spectabilis* Nath. beobachtet,[2] Bornemann hat ähnliche Papillen an mehreren Kutikulafragmenten aus der Lettenkohlengruppe Thüringens beschrieben,[3] und Seward hat (The jurassic flora. 1. l. c.) solche an *Ctenis* wahrgenommen.

Die Kutikula der Oberseite von *Dictyozamites Johnstrupi* scheint etwas dicker als die der Unterseite zu sein (Taf. 3, Fig. 7, $^{80}/_{1}$). Die Zellen haben auch hier schlängelige Wandungen, die Anordnung und Form derselben ist am besten aus den Abbildungen (Fig. 7, $^{80}/_{1}$, und 8, $^{240}/_{1}$) ersichtlich. Die Epidemiszellen der Blattspindel haben dagegen gerade Wände und sind in der Länge ausgezogen, mit schiefen Querwänden.

Der Bau der Kutikula bestätigt die nahe Verwandtschaft mit *Otozamites*, bei welchem dieselbe folgendermassen von Schenk beschrieben wird[4]: »Die Zellen von *Otozamites* sind in der Länge gestreckt, mit tief gebuchteten Seitenwänden versehen, wenig

[1] Hj. Möller, Bidrag till Bornholms fossila flora. Gymnospermer, p. 25, taf. 5, fig. 1 & 2. K. Svenska Vet. Akad. Handlingar, Bd 36, N:o 6. Stockholm 1903. Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass schon Möller auf mein Anraten mikroskopische Präparate der Kutikula angefertigt hatte, obschon er sie damals nicht beschrieb.

[2] A. G. Nathorst, Om några ginkgoväxter från kolgrufvorna vid Stabbarp i Skåne. Kgl. Fysiografiska Sällskapets Handl. N. F. Bd. 17, N:o 8. Lund 1906.

[3] J. G. Bornemann, Über organische Reste der Lettenkohlengruppe Thüringens. Leipzig 1856. 4:o.

[4] A. Schenk, Die Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens, p. 137. Wiesbaden 1867.

verdickt. Spaltöffnungen fehlen an den von mir gewonnenen Präparaten (Taf. 34, Fig. 7). Dieselbe Struktur der Epidermis kehrt bei den *Otozamites*-Arten des englischen Oolithes wieder; ich besitze Präparate von *Otozamites acuminatus* Brongn., *O. Beani* Brongn. und *Otopteris graphica* Bean». Aus dieser Angabe scheint hervorzugehen, dass Schenk zufälliger Weise keine Präparate der Blattunterseite gesehen hat. An Präparaten von *Otozamites bornholmiensis* Möller (l. c.). die ich angefertigt habe, kommen Spaltöffnungen an der Unterseite der Fieder, etwa wie bei *Dictyozamites*, an den Flächen zwischen den Nerven vor, jedoch mit dem Unterschiede, dass sie in Folge der abweichenden Nervatur etwas mehr geradlinig geordnet sind. Der Bau derselben ist aber ungefähr derselbe wie bei *Dictyozamites*, wogegen Papillen an der Kutikula der erwähnten Art fehlen.

Die Übereinstimmung der Epidermis dieser Gattungen mit der Epidermis der Farne ist bei der jetzigen Kenntnis der Abstamnung der Cycadophyten nichts anderes als was man im voraus erwarten konnte.

TAFELERKLÄRUNGEN

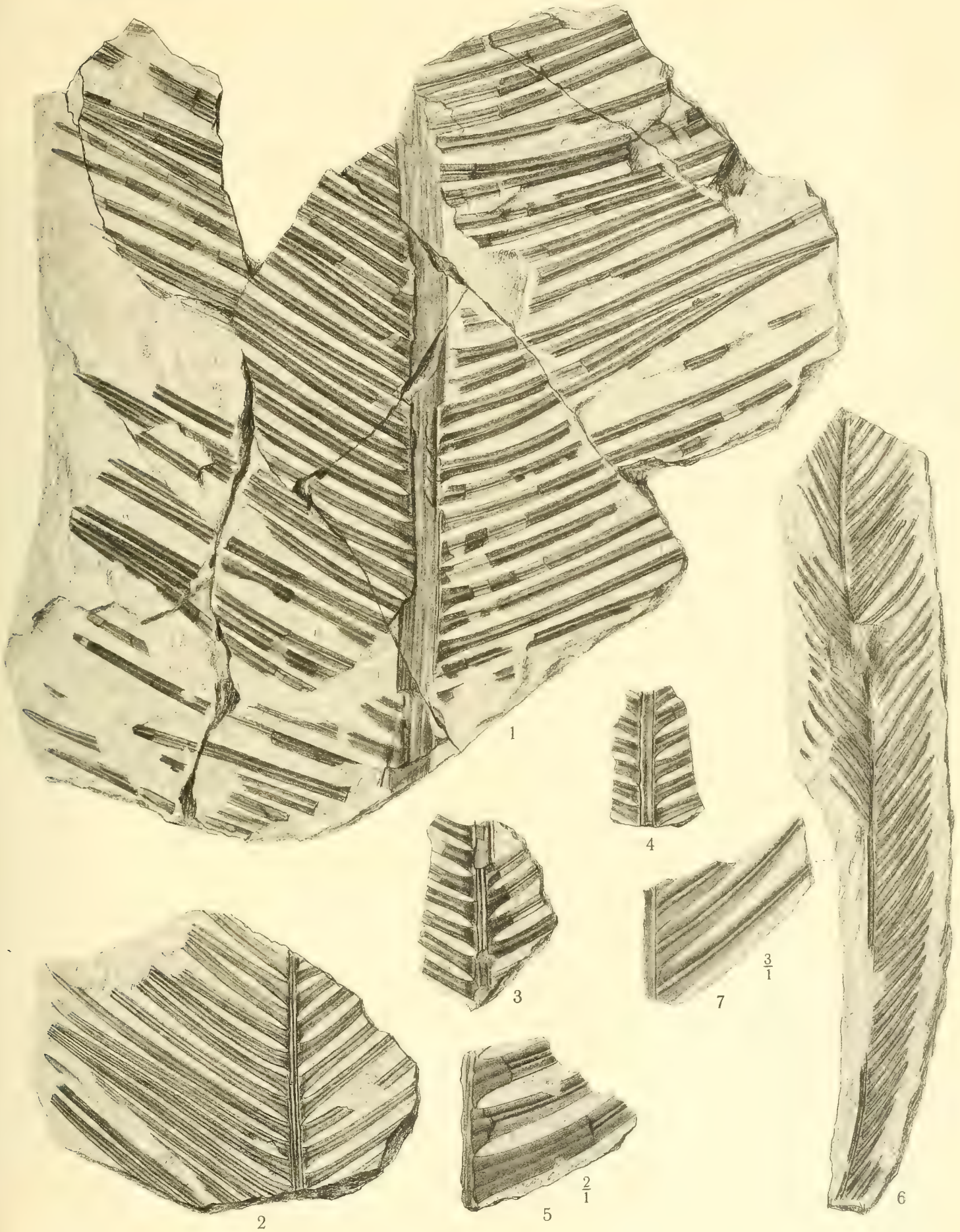
TAFEL 1

Pseudocycas insignis Nathorst.

Fig. 1. Partie des mittleren Teiles eines Blattes.
» 2. Fragment eines Blattes in der Nähe der Spitze.
» 3, 4. Partien der Oberseite der Blattspindel um die Insertion der Fiedern zu zeigen.
» 5. Partien vor drei Fiedern in doppelter Grösse, deren Basalteil die noch erhaltene Kohlenrinde zeigen. Wo diese entfernt ist können die Eindrücke der beiden Gefässbündel deutlich wahrgenommen werden.

Pseudocycas pumilio Nathorst.

Fig. 6. Nahezu vollständiges Blatt.
» 7. Drei Fiedern desselben Exemplares dreifach vergrössert.



Th. Ekblom del.

Ljustr. J. Cederquist Sthlm.

TAFEL 2

Pseudocycas insignis Nathorst.

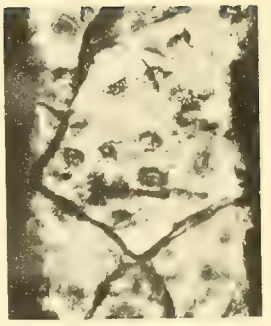
Fig. 1. Teil einer Fieder. $^{15}/_{1}$.
» 2. Partie der vorigen. $^{40}/_{1}$.
» 3, 4. Partien der Kutikula von der Rinne zwischen den Gefässbündeln an der Unterseite der Fieder. $^{80}/_{1}$.
» 5. Partie der Kutikula der beiden Blattflächen. Die dunkle Partie in der Mitte entspricht dem Rande der Fieder; rechts davon die Kutikula der Oberseite, links die der Unterseite. An der linken Seite von dieser die Partie über dem Gefässbündel. $^{40}/_{1}$.
» 6. Partie der Kutikula von der Unterseite des vorigen Exemplars. $^{100}/_{1}$.
» 7. Partie der Kutikula von der Oberseite desselben Exemplars. $^{100}/_{1}$.
» 8. Partie einer Fieder mit Spaltenfüllungen. $^{50}/_{1}$.
» 9. Eine Spaltenfüllung. $^{110}/_{1}$.

Pseudocycas Steenstrupi Heer sp.

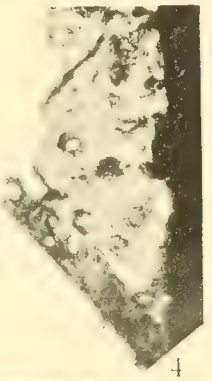
Fig. 10. Kutikula der Blattfläche. $^{100}/_{1}$.
» 11. Kutikula mit Spaltöffnungen von der Mittelrippe der Fieder. $^{80}/_{1}$.

1

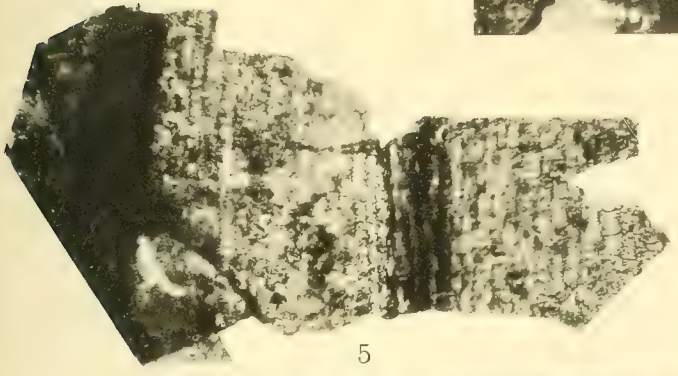
2



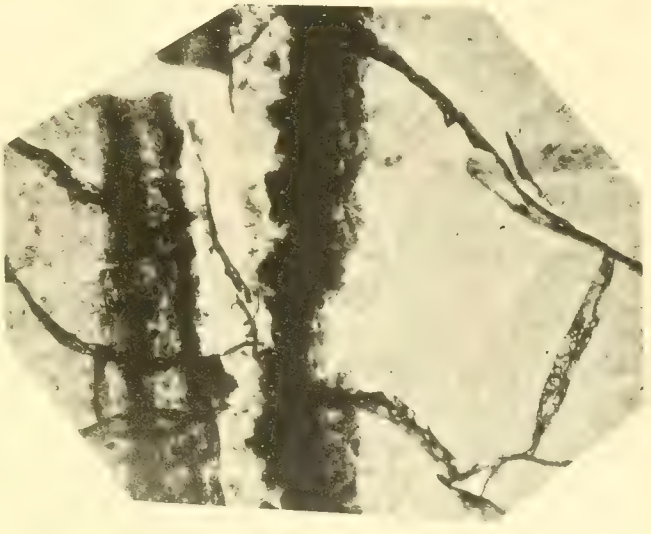
3



4

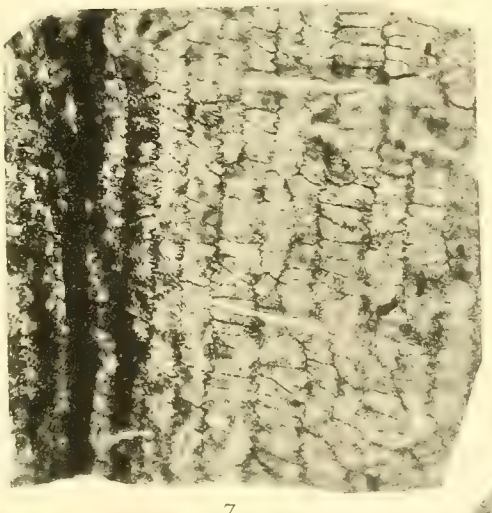


5

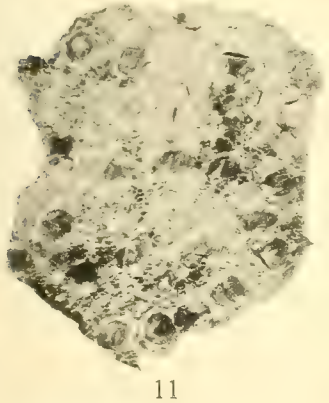


8

6

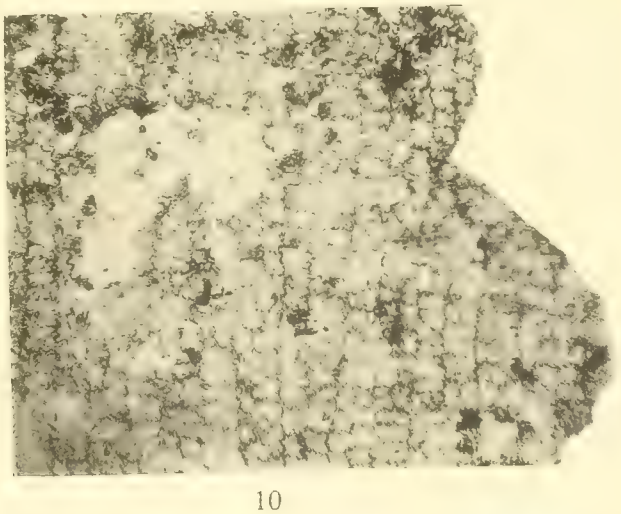


7



11

9



10

Th. Ekblom phot.

Ljustr. J. Cederquist Sthlm.

TAFEL 3

Pseudocycas insignis Nathorst.

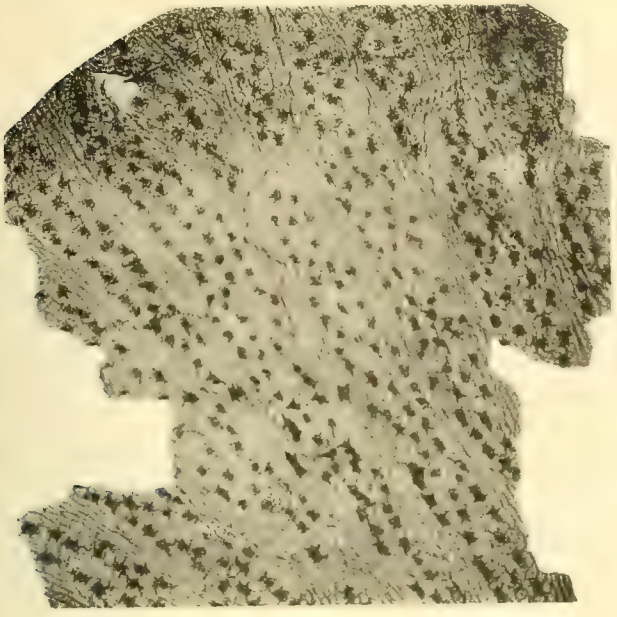
Fig. 1. Partie der Kutikula von der Oberseite der Fieder. $^{150}/_{1}$. Von demselben Exemplar wie Taf. 2, Fig. 5 und 7.

Dictyozamites Johnstrupi Nathorst.

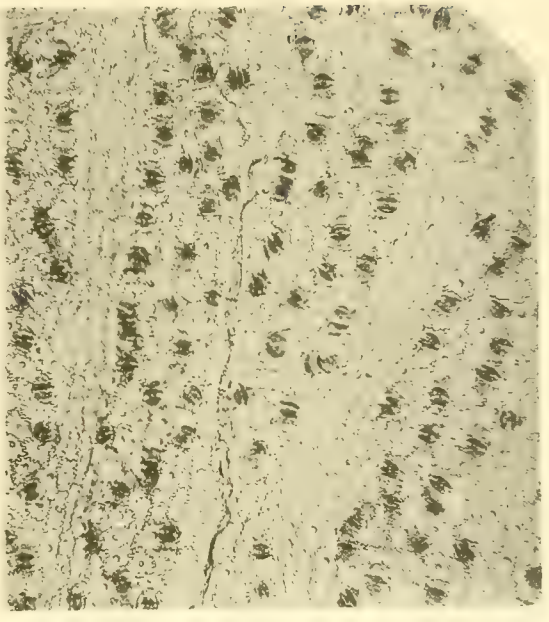
Fig. 2—4. Partien der Kutikula von der Unterseite der Fieder in verschiedenen Vergrösserungen. $2 = {}^{40}/_{1}$; $3 = {}^{80}/_{1}$; $4 = {}^{240}/_{1}$.
» 5, 6. Schliesszellen die in einander zu greifen scheinen; Bleistiftzeichnung (etwa $^{300}/_{1}$).
» 7, 8. Partien der Kutikula von der Oberseite der Fieder; $7 = {}^{80}/_{1}$; $8 = {}^{210}/_{1}$.

Tryckt den 5 juli 1907.

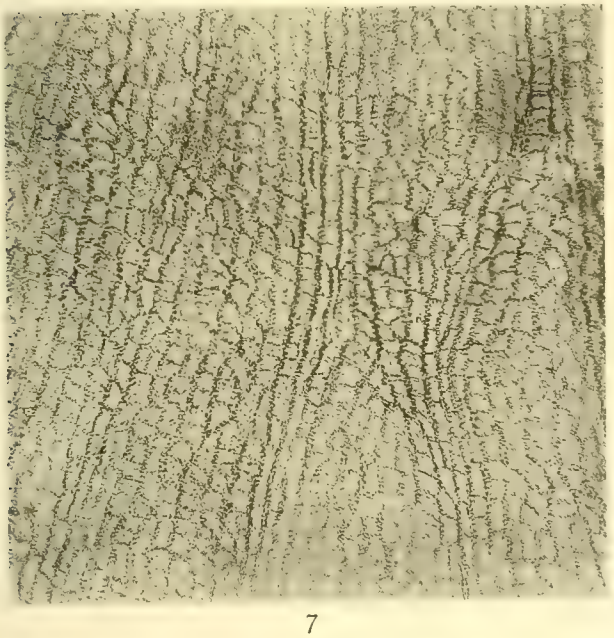
Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.



2



3



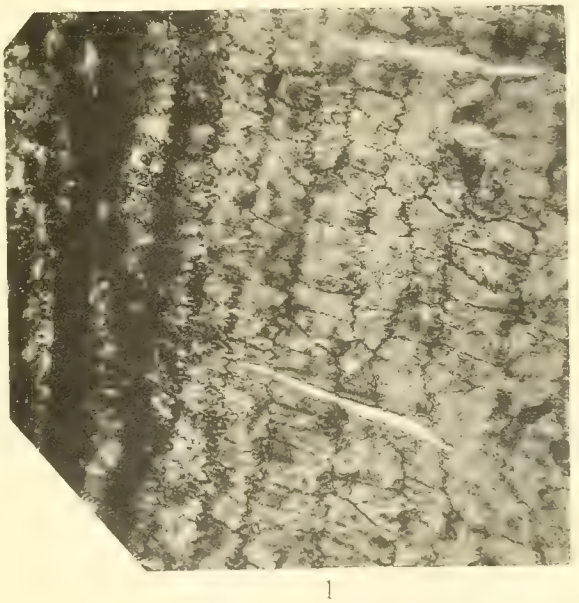
7

4

8

5

6



1

Th. Ekblom phot.

Ljustr. J. Cederquist Sthlm.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 6.

DURÉE ET GRANDEUR DE L'INSOLATION A STOCKHOLM

PAR

J. WESTMAN

AVEC 1 FIGURE DANS LE TEXTE

COMMUNIQUÉ LE 8 MAI PAR H. HILDEBRANDSSON ET N. EKHOLM

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET, STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 6.

DURÉE ET GRANDEUR DE L'INSOLATION A STOCKHOLM

PAR

J. WESTMAN

AVEC 1 FIGURE DANS LE TEXTE

COMMUNIQUÉ LE 8 MAI PAR H. HILDEBRANDSSON ET N. EKHOLM

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

1. Introduction.

Les mesures de la durée de l'insolation qu'on trouvera ci-dessous ont été faites à Stockholm dans la période du 1er juillet 1904 au 31 décembre 1906. L'instrument employé est un héliographe Campbell-Stokes (Sunshine Recorder) acheté chez L. Golaz, à Paris, pour le compte de l'expédition polaire suédoise de 1882—1883. Cette expédition n'eut pourtant pas l'occasion de s'en servir.[1] Depuis, il a fonctionné à Treurenberg, juillet 1899—août 1900, pendant l'hivernage de l'expédition suédoise pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg,[2] comme aussi à Snow Hill, mars 1902—novembre 1903, au service de l'expédition antarctique suédoise de M. Otto Nordenskjöld.[3] Au mois de juin 1904, j'installai l'instrument au Skansen, parc situé dans la partie sud-est de la ville de Stockholm, tout en instruisant un ouvrier, Zettergren, à changer les cartons et à faire les observations nécessaires pour évaluer les corrections du temps de l'enregistrement. Je n'ai eu depuis qu'à contrôler de temps en temps le bon fonctionnement de l'instrument et qu'à me louer du zèle avec lequel l'observateur s'est acquitté de cette fonction.

En 1901, je fis à Upsala une série de mesures de l'intensité calorifique de la radiation solaire.[4] A l'aide de ces mesures, j'ai déduit les valeurs de l'énergie de l'insolation à Stockholm, en partant de cette hypothèse que — à part l'influence exercée par les perturbations locales — l'intensité de la radiation solaire est la même à Stockholm qu'à Upsala pour la même époque de l'année, tant que la hauteur apparente du soleil est la même. En combinant la durée de l'insolation avec l'intensité calorifique de la radiation solaire, j'ai déduit des valeurs quantitatives approchées de la grandeur de l'insolation à Stockholm pour la période du 1er juillet 1904 au 31 décembre 1906.

---

[1] Ekholm, N.: Exploration internationale des régions polaires 1882—1883. Observations faites au cap Thordsen, Spitzberg, par l'expedition Suédoise, publiées par l'Acad. R. des Sc. Introduction historique p. 12, 38. Observations metéorologiques p. 247, Stockholm 1891.

[2] Westman, J.: Observations météorologiques faites en 1899 et en 1900 à la baie de Treurenberg, Spitzberg (Mesures d'un arc de méridien au Spitzberg, Stockholm 1904).

[3] Bodman, G.: Meteorologische Ergebnisse der Schwedischen Südpolarexpedition (Peterm. Geogr. Mitt. 1904).

[4] Westman, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901 (K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 42, 1907).

L'héliographe employé appartient au Bureau central météorologique de Suède, au directeur duquel, M. le Professeur H.-E. HAMBERG, j'exprime ma sincère gratitude pour sa bienveillance d'avoir gracieusement mis l'instrument à ma disposition. L'ancien directeur du Skansen, GUNNAR HAZELIUS, s'intéressait vivement à mon projet de faire, au Skansen, des observations météorologiques, et particulièrement, des mesures de la durée de l'insolation. Je suis fort redevable aussi au directeur actuel du Skansen, M. A. BEHM, des services qu'il m'a rendus, au courant de ces travaux.

2. Durée de l'insolation.

Le lieu où est installé l'héliographe est situé par 59° 19'.6 de latitude nord et de $1^h\ 12^m\ 26^s$ de longitude est de Greenwich. La sphère de verre de l'instrument se trouve à une hauteur de 3.8 m au-dessus du sol et d'environ 39 m au-dessus du niveau de la mer. La différence de hauteur, au centre de la sphère, entre les horizons astronomique et terrestre n'est d'aucune importance au E—S—W—NW. Aussi au E—NE, où il y a des arbres et des constructions dans le voisinage, la radiation solaire n'est-elle guère jamais interceptée quand l'intensité en suffit pour l'enregistrement de la durée de l'insolation. Même au solstice d'été l'enregistrement n'est pas entravé, le matin et le soir, par des objets interceptant la lumière.

Toutes les mesures de la durée de l'insolation ont été réunies au Tableau I de l'Appendice. L'enregistrement manque le 12 mars 1905 et pour le 23 août 1906 la durée de l'insolation a été estimée, la sphère de l'héliographe ayant été enlevé par le vent ces deux journées. Le temps donné ne représente pas l'heure vraie du lieu d'observation, mais le temps de l'Europe centrale. Le temps n^h ($n = 0, 1, 2 \ldots, 11$) signifie l'intervalle de temps $(n-1)^h\ 30^m - n^h\ 30^m$. La durée de l'insolation est indiquée en heures.

Les bandes de carton sont introduites dans l'instrument de façon que le trait qui marque midi sur le carton soit vis-à-vis d'un repère tracé sur le support des cartons. L'image du soleil ne tombe pas à midi, en général, exactement sur le trait de midi du carton. Il faut donc déterminer, quelques fois par mois, combien l'heure indiquée sur le carton par l'image du soleil est, à midi, en avance ou en retard sur le temps de l'Europe centrale. Afin que cette correction du temps de l'enregistrement soit contenue dans des limites étroites, on a soin de tourner l'héliographe un petit angle dans un sens ou dans l'autre quelques fois par an. Cependant la correction du temps n'est pas, en général, la même aux heures diverses de la journée, l'image du soleil ne suivant pas exactement la ligne médiane du carton. Surtout vers le lever et le coucher du soleil, la valeur numérique de la correction augmente. Les chiffres suivants donneront une idée de l'importance et de la variation diurne de la correction du temps. Ainsi, le 30 janvier 1905 la correction était de ± 0, ± 0 et $+6$ minutes à $10^h\ 30^m$ m., à midi et à $3^h\ 20^m$ s. respectivement; le 27 juin 1905, la correction était de $+1$ et $+15$ minutes à $0^h\ 45^m$ s. et à $5^h\ 30^m$ s. Comme j'ai tou-

jours tenu compte de ces corrections en dépouillant les courbes enregistrées, l'erreur probable du temps déterminé d'un point quelconque de la ligne enregistrée n'aura guère, en général, dépassé 5 minutes entre 9^h m. et 3^h s.; pour le reste de la journée, cette erreur n'a pas dépassé 10 minutes. Cette incertitude pouvant déplacer de l'heure juste à l'heure voisine une partie de la courbe enregistrée influe, par conséquent, sur la marche diurne de l'insolation, mais non sur la durée de celle-ci, si, dans le courant de la journée, elle a été intermittente. La ligne enregistrée étant continue, l'incertitude de la correction du temps n'influe que sur la première et la dernière heure de l'insolation du jour.

Au dépouillement des courbes enregistrées j'ai eu, parfois, de la peine à déterminer le moment précis du commencement ou de la fin de l'enregistrement. Quand la hauteur apparente du soleil est petite, le carton ne se carbonise pas, mais il se forme seulement une ligne brunâtre et que le ciel est exempt de nuages autour du soleil vers le lever ou le coucher, la largeur de la ligne enregistrée se rapproche assymptotiquement de zéro. L'erreur causée par là dans la détermination du commencement ou de la fin de l'enregistrement peut s'élever à 15 minutes. La distance entre les traits horaires du carton est de 18 mm. L'héliographe permet l'emploi de cartons de trois longueurs différentes suivant les saisons de l'année.

En consultant le Tableau 1 et le Tableau 2, on pourra se faire une idée du degré de sensibilité de l'héliographe employé. Le Tableau 1 indique pour chaque mois le moment où l'enregistrement a commencé le plus tôt après le lever du soleil et fini au plus tard avant son coucher, l'intensité hypotétique de la radiation solaire en gramme-calories par minute et cm carré au même moment, si elle n'eût pas été affaiblie par la présence de corpuscules solides et de gaz de combustion provenant de la ville, enfin le temps minimum, après le lever du soleil et avant son coucher, où l'enregistrement n'a pas eu lieu. On voit que l'enregistrement a eu lieu dans quelques cas isolés, quand l'intensité de la radiation a été inférieure à 0,4. Si l'on tient compte de ce que je viens de dire sur la difficulté de déterminer le moment précis où a commencé ou fini l'enregistrement, on s'apercevra que, d'une façon générale, l'héliographe employé ne fonctionne pas lorsque l'intensité réelle de la radiation solaire incidente est inférieure à 0.4 gramme-calorie par minute et par cm carré. On peut, en effet, présumer qu'aux enregistrements extrêmes l'absorption locale a été insignifiante de sorte que l'intensité hypotétique insérée au Tableau 1 représente l'intensité réelle de la radiation solaire dans ces mêmes moments. Il est aussi à remarquer que l'intensité limite au-dessous de laquelle l'héliographe ne fonctionne plus varie un peu avec la température de l'air et par suite des effets que les hydrométéores excercent sur les cartons. Il se peut aussi que, dans des cas isolés, le givre déposé sur la sphère de verre de l'héliographe ait retardé le commencement de l'enregistrement ou en ait hâté la fin. La limite supérieure de l'intensité de la radiation solaire au debut et à la fin de l'enregistrement est parfois très élevée. Ainsi dans les mois de mars et d'avril 1905 elle était d'environ 0.8 gramme-calorie par minute et cm carré (Tableau 1). Une valeur aussi élevée ne s'explique guère qu'en admettant que l'enregistrement dans le courant de ces deux mois ait été entravé, aux

heures du lever et du coucher du soleil, par un banc de nuage à l'horizon, ou bien la couche inférieure de l'atmosphère, par les matinées et les soirées claires, se soit trouvée remplie de fumées particulièrement intenses. Il semble résulter du Tableau 1 que l'enregistrement de l'héliographe ait commencé et cessé au moment où l'intensité hypotétique de la radiation solaire ait atteint, en valeur moyenne pour l'année, 0.5 gramme-calories par minute et par cm carré. Cela est aussi confirmé par les notes de l'observateur (Tableau 2).

Tableau 1. — Sensibilité de l'héliographe Campbell-Stokes déduite des courbes enregistrées.

Année et mois	L'enregistrement commence				L'enregistrement cesse			
	Date	Heure	Intensité de la radiation solaire	A partir du lever du soleil	Date	Heure	Intensité de la radiation solaire	A patir du coucher du soleil
1904			Gr.-cal.	Minutes			Gr.-cal.	Minutes
Juillet	28	$4^h 37^m$ m.	0.64	72	29	$7^h 25^m$ s.	0.42	55
Août	14	5 2 m.	0.61	59	16	6 42 s.	0.58	53
Septembre	18	6 23 m.	0.63	59	17	5 15 s.	0.48	47
Octobre	18	7 20 m.	0.39	46	20	3 55 s.	0.33	31
Novembre	20	8 35 m.	0.33	40	18	2 30 s.	0.40	45
Décembre	20	9 55 m.	0.60	69	27	0 58 s	0.66	111
1905								
Janvier	15	9 15 m.	0.44	40	30	3 25 s.	0.36	31
Février	15	8 32 m.	0.68	64	23	4 10 s.	0.60	48
Mars	25	7 0 m.	0.86	81	28	5 5 s.	0.77	72
Avril	18	6 5 m	0.86	96	18	5 55 s.	0.70	72
Mai	21	4 34 m.	0.60	88	19	7 15 s.	0 36	64
Juin	25	4 5 m.	0.66	90	25	7 50 s.	0.58	76
Juillet	26	4 30 m.	0.58	70	24	7 25 s.	0.55	66
Août	22	5 5 m.	0.58	44	17	6 50 s.	0.53	43
Septembre	1	5 18 m.	0.40	34	19	4 55 s.	0.56	62
Octobre	11	7 50 m.	0.66	94	10	4 8 s.	0.38	47
Novembre	10	8 45 m.	0.60	75	10	2 48 s.	0.40	54
Décembre	10	9 10 m.	0.36	35	10	2 5 s.	0.38	41
1906								
Janvier	18	9 0 m.	0.36	30	1	2 0 s.	0.53	55
Février	2	8 46 m.	0.52	45	28	4 34 s.	0.50	36
Mars	14	6 50 m.	0.50	38	23	5 8 s.	0.68	57
Avril	6	6 40 m.	0.84	95	5	5 25 s.	0.77	71
Mai	14	4 40 m.	0.50	78	13	6 55 s.	0.38	70
Juin	25	4 0 m.	0 62	85	25	8 6 s.	0.48	59
Juillet	23	4 28 m.	0.60	75	23	7 20 s.	0.60	74
Août	28	5 15 m.	0.40	40	7	7 0 s.	0.54	60
Septembre	13	6 33 m.	0.65	82	13	5 15 s.	0 57	60
Octobre	1	7 25 m.	0.63	93	24	3 42 s.	0.28	34
Novembre	26	9 10 m.	0.40	62	11	2 20 s.	0.58	71
Décembre	4	9 0 m.	0.40	36	4	2 5 s.	0.42	46

Tableau 2. — Sensibilité de l'héliographe Campbell-Stokes d'après les notes de l'observateur.

Année et mois	L'enregistrement n'a pas commencé				Année et mois	L'enregistrement a cessé			
	Date	Heure	Intensité de la radiation solaire	A partir du lever du soleil		Date	Heure	Intensité de la radiation solaire	A partir du coucher du soleil
1904			Gr.-cal.	Minutes	1904			Gr.-cal.	Minutes
Novembre	20	$8^h\ 0^m$ m.	0.10	5	Juillet	23	$8^h\ 0^m$ s.	0.24	33
Décembre	12	Midi	0.80	202		29	8 0 s.	0.10	20
1905					Septembre	4	5 24 s.	0.72	77
Janvier	26	8 28 m.	0.20	13		6	5 16 s.	0.73	79
Février	1	8 30 m.	0.30	27		11	5 45 s.	0.40	35
	4	8 0 m.	0.10	4	Octobre	1	4 35 s.	0.40	46
	7	8 10 m.	0.20	12		13	4 25 s.	0.14	21
	15	8 0 m.	0.40	32	1905				
	19	8 0 m.	0.50	43	Février	8	4 5 s.	0.16	14
1906						23	4 25 s.	0.38	33
Mars	29	7 0 m.	0.90	92	Mars	3	4 50 s.	0.43	28
Octobre	29	8 0 m.	0.36	60	Août	9	7 30 s.	0.22	24
Décembre	26	9 45 m.	0.50	56	Septembre	12	5 30 s.	0.50	48
					Novembre	19	3 0 s.	0.13	14
						30	2 45 s.	0.10	10
					1906				
					Avril	6	6 30 s.	0.12	8
						25	6 45 s.	0.39	38
					Décembre	15	1 0 s.	0.70	104

Il résulte du Tableau 1 qu'en valeur moyenne l'espace minimum mensuel du temps écoulé entre le lever du soleil et le commencement de l'enregistrement a été de 64 minutes et qu'entre la fin de l'enregistrement et le coucher du soleil il a été de 57 minutes. En éliminant les valeurs les plus grandes provoquées probablement par des nuages qui ont empêché l'enregistrement, on trouve que l'héliographe employé, bien qu'il ait été exposé à la radiation, n'a pas fonctionné, en valeur moyenne par an, pendant 50 minutes environ à partier du lever et du coucher du soleil. Cette valeur est 17 minutes plus grande qu'on ne l'a trouvée en Angleterre pour les héliographes Campbell-Stokes, ce qui s'explique, en partie, par ce fait qu'à Stockholm l'absorption locale de la radiation solaire a dû être plus forte qu'aux stations anglaises en question.[1] On sait d'ailleurs que la sphère de verre devient parfois moins transparent au courant de l'usage de l'instrument.[2]

Je désigne par S_0 le nombre d'heures par an où l'héliographe eût été exposé

[1] Ten years sunshine in the British Isles, published by the authority of the meteorological Council, p. 2, London 1891.

[2] Curtis, Richard H.: An improved mounting for the lens and bowl of the Campbell-Stokes Sunshine Recorder. (Quarterly journ. of the R. Met. Soc. Vol. XXVII, p. 68, London 1901.)

à la radiation solaire, si le ciel eût été constamment exempt de nuages, et par S le nombre d'heures où l'héliographe réellement a été exposé à la radiation, enfin par R_0 et R le nombre d'heures d'insolation enregistrées par l'héliographe dans l'un et l'autre cas. Dans le Tableau 3, les valeurs de S_0 représentent le total des temps à partir du lever du soleil jusqu'à son coucher. Ces sommes ne varient que très peu d'une année à l'autre. Les valeurs de R_0 ont été évaluées à l'aide de la Fig. 1, en supposant que l'enregistrement a eu lieu quand l'intensité hypotétique de la radiation a atteint ou dépassé 0.5 gramme-calories par minute et par cm carré. D'après ce qui a été dit plus haut, cette supposition doit être assez juste pour la somme R_0

Tableau 3. — Heures de soleil possibles S_0 et enregistrées R_0 en cas d'un ciel constamment dégagé; heures de soleil R enregistrées en 1905—1906.

Mois	S_0	R_0	R	$\frac{R_0}{S_0}$	$\frac{R}{S_0}$	$\frac{R}{R_0}$
Janvier	212.7	167	46.7	0.785	0.220	0.280
Février	255.5[1]	214	50.8	0.838	0.199	0.237
Mars	363.4	324	78.4	0.892	0.216	0.242
Avril	432.3	384	155.2	0.888	0.359	0.404
Mai	523.9	442	235.5	0.894	0.450	0.533
Juin	551.3	476	290.5	0.863	0.527	0.610
Juillet	548.6	491	284.2	0.895	0.518	0.579
Août	479.0	431	219.1	0.900	0.458	0.509
Septembre	384.9	334	127.2	0.868	0.330	0.381
Octobre	315.1	241	73.8	0.765	0.234	0.306
Novembre	229.4	170	26.3	0.741	0.115	0.155
Décembre	190.2	132	28.0	0.694	0.147	0.212
Année	4486.3	3806	1615 7	0.848	0.360	0.425

[1] 264.0 pour une année bissextile.

de l'année. Les valeurs mensuelles de R_0 ne sont qu'approchées. Les valeurs de R sont les moyennes des sommes mesurées en 1905 et en 1906. En admettant que le soleil soit caché par les nuages tout aussi souvent, du moins, quand la hauteur du soleil est petite que quand elle est grande, on a $S \leq \frac{R}{R_0} . S_0$. Il en résulte qu'on a pour l'année $S \leq$ 1904 heures. Ainsi le nombre d'heures $S—R$ par an où l'héliographe n'a pas enrégistré l'insolation, bien qu'il soit exposé à la radiation solaire, ne dépasse pas 289. Si l'héliographe eût été installé à quelques km de distance de la ville, où les couches inférieures de l'atmosphère sont plus pures, la différence $S—R$ eût été moindre.

Le Tableau II de l'Appendice montre à la fois la marche diurne et la marche annuelle de la durée de l'insolation. Le total annuel de la durée de l'insolation s'éleva à 1566 heures en 1905 et à 1665 heures en 1906, soit 36 p. c. de la durée

possible. Par conséquent, Stockholm a la même durée annuelle d'insolation que par ex. Chemnitz, Magdebourg et Pawlowsk,[1] comme le montrent les chiffres suivants:

	Chemnitz	Magdebourg	Pawlowsk	Stockholm	Treurenberg[2]
R	1567	1603	1684	1616	895
$100.\frac{R}{S_0}$	35	36	37	36	21

La durée de l'insolation à Stockholm est pendant l'été un peu plus considérable et pendant l'hiver un peu plus courte qu'à Chemnitz, Magdebourg et Pawlowsk.

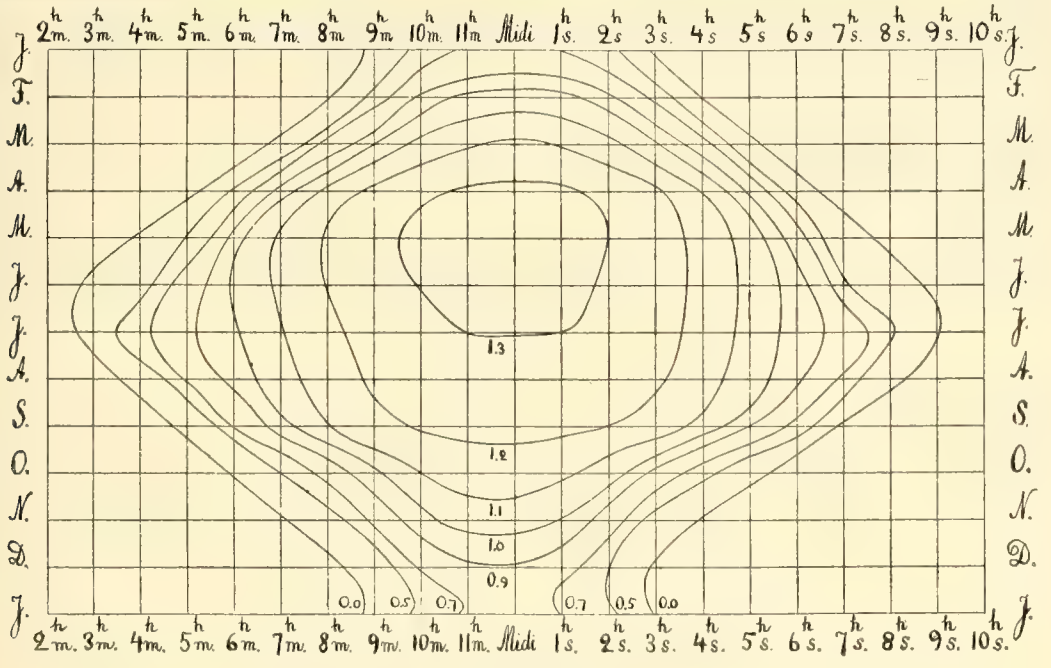


Fig. 1. — Marche annuelle et marche diurne de l'intensité de la radiation solaire au voisinage de Stockholm.

Il résulte du Tableau 3 et du Tableau II de l'Appendice que la durée de l'insolation en Suède est sensiblement plus longue que ne l'indique la carte de M. König, dessinée d'ailleurs sous reserve à cause de la manque de l'uniformité de la répartition des stations de mesure. On en déduit pour Stockholm une durée de l'insolation de 1000 heures environ, tandis qu'elle était en réalité de 1600 heures environ en 1905 et 1906. Il est cependant à remarquer que l'été de 1906 fut exceptionnellement beau, ce qui rend très probable que la durée de l'insolation de cette année dépasse de beaucoup la valeur moyenne pour une période de plusieurs années. La durée annuelle de l'insolation sur la côte est de la Suède, au sud du 62° de latitude nord, est en valeur moyenne probablement à peu près égale à celle de Stockholm.

[1] SCHREIBER, P.: Die Meteorologie in der Landwirtschaft. I. Sonnenschein (Abh. des K. Sächs. Met. Instituts, Leipzig 1899; p. 60, Tab. 40).

[2] WESTMAN, J.: l. c. Tableau XX, p. 215.

3. Grandeur de l'insolation.

Des mesures de l'intensité de la radiation solaire Q faites à Upsala en 1901 j'ai déduit les valeurs horaires de l'intensité Q et la valeur du quotient différentiel $\frac{dQ}{dh}$ $\left(\text{plus juste } \frac{dQ_0}{dh}\right)$ pour des valeurs différentes de la hauteur apparente h du soleil. En admettant que l'intensité de la radiation — à part les influences perturbatrices locales — soit la même à Stockholm qu'à Upsala à la même époque de l'année et à la même hauteur apparente du soleil, on n'a qu'à calculer la hauteur apparente du soleil à Stockholm à un moment donné pour y obtenir l'intensité de la radiation dans le même moment. La correction à ajouter aux valeurs horaires de l'intensité Q mesurée à Upsala, afin d'obtenir les valeurs correspondantes pour Stockholm, est assez petite, la différence de longitude entre ces deux lieux d'observation n'étant que de $1^m\ 55^s$, et la différence de latitude, de 0° 32′.

Tableau 4. — Insolation possible et durée des intensités calorifiques différentes de la radiation solaire en cas d'un ciel constamment dégagé autour du soleil.

Intensité de la radiation solaire	Heures possibles d'insolation		Insolation possible Gr.-cal. Année × cm²
	Nombre	Pour cent	
0.0—0.5	680	15.2	10200
0.5—0.6	184	4.1	6070
0.6—0.7	205	4.6	8000
0.7—0.8	278	6.2	12510
0.8—0.9	317	7.1	16170
0.9—1.0	415	9.2	23660
1.0—1.1	532	11.9	33520
1.1—1.2	647	14.4	44640
1.2—1.3	868	19.3	65100
>1.3	359	8.0	28720
Somme	4486	100.0	248580

La marche annuelle et la marche diurne de l'intensité de la radiation solaire — gramme-calories par minute et par cm carré — aurait à Stockholm l'aspect reproduit Fig. 1, si le ciel autour du soleil était constamment clair et que la radiation ne fût pas influencée par des perturbations locales. Les lignes d'intensité égale, surtout les extérieures, présentent des irrégularités parce qu'elles se basent sur des mesures effectuées dans le courant d'une seule année.

[1] Helmuth König: Dauer des Sonnenscheins in Europa (Abh. der K. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher, Bd. 67, p. 324, Halle 1896). — Bartholomew's Physical Atlas, Vol. III; Atlas of Meteorology, Plate 18, Mean annual Sunshine, Europe.

[2] Westman, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites à Upsala en 1901 (K. Svenska Vet. Akad. Handl. Bd. 42, N:o 4, pp. 13—17, Tableau 7 et Tableau 9).

Tableau 5. — Sommes d'insolation entre $11^h\ 30^m\ m$ et $0^h\ 30^m\ s$.

Gramme-calories par cm carré.

Dates	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Insolation totale Q												
1—5	47.2	64.2	73.8	79.8	80.3	79.6	78.4	76.5	73.6	68.7	61.8	52.9
6—10	50.4	66.0	75.1	80.1	80.2	79.4	78.1	76.0	72.9	67.7	60.4	51.1
11—15	53.7	67.7	76.3	80.3	80.1	79.2	77.8	75.4	72.1	66.6	58.9	49.1
16—20	57.0	69.3	77.3	80.4	80.0	79.1	77.5	75.1	71.3	65.4	57.5	47.2
21—25	59.5	70.9	78.2	80.4	79.9	78.9	77.2	74.7	70.5	64.2	56.0	45.1
26—30[1]	62.1	72.4	79.1	80.4	79.7	78.7	76.9	74.2	69.6	63.0	54.5	46.0
Composante verticale de l'insolation $Q \sin h$												
1—5	6.4	15.6	29.7	46.7	57.3	63.5	63.3	57.0	45.7	30.9	16.5	7.8
6—10	7.3	17.7	32.5	49.0	59.2	63.8	62.5	55.5	43.3	28.4	14.6	7.0
11—15	8.5	20.0	35.3	51.1	60 3	63.9	61.7	52.8	40.9	25.9	12.8	6.4
16—20	9.9	22.5	38.1	53.1	61.3	64 0	60.9	52.1	38.4	23.4	11.3	5.9
21—25	11.5	25.1	40.9	54.8	62.2	63.9	59.6	50.2	35.9	21.1	10.0	5.6
26—30[1]	13.4	27.6	43 9	56.5	62 9	63.6	58.6	48.0	32.6	18.7	8.8	5.9

[1] 28 ou 31.

En mesurant les surfaces comprises entre les lignes différentes d'intensité égale, on déduit l'espace de temps où se produiraient, au cours de l'année, les différentes intensités, si le ciel autour du soleil était toujours libres de nuages. On trouve que le total annuel possible de l'insolation solaire est d'environ 248 580 gramme-calories par cm carré (Tableau 4).

Tableau 6. — Sommes de l'insolation et de sa composante verticale.

Gramme-calories par cm carré.

Mois	Stockholm				Treurenberg			
	I_0	I	V_0	V	I_0	I	V_0	V
Janvier	9048	2414	1201	378	—	—	-	-
Février	13375	3070	3032	796	200	0	10	0
Mars	21906	5438	7760	2094	11700	3270	1650	480
Avril	27638	11836	12731	5933	31500	6170	7200	1590
Mai	31814	16801	17135	9699	45700	13000	15490	4440
Juin	32720	20018	18331	12078	47900	9130	18980	3800
Juillet	33188	19416	17745	11330	48600	9220	17820	3540
Août	28909	14797	14062	7770	41900	6620	11340	1780
Septembre	21754	8423	8674	3851	21800	6160	3060	1190
Octobre	15123	4168	4318	1338	3000	40	220	0
Novembre	9831	1324	1615	223	—	—	—	—
Décembre	6556	1164	665	133	—	—	—	
Année	251862	108869	107269	55623	252300	53610	75770	16820

La grandeur de l'insolation pendant une période quelconque est $I=\int Q\,dt$, où Q représente l'intensité moyenne de la radiation solaire pendant le temps d'insolation dt et l'intégration s'étend sur toute la période d'insolation possible. En calculant la valeur de l'insolation pour les mois différents, j'ai déterminé pour chaque heure $(n-1)^h\ 30^m - n^h\ 30^m$, à partir de $3^h\ 30^m$ m. jusqu'à $8^h\ 30^m$ s., le total T de la durée de l'insolation pour des périodes de 5 (6 ou 3) jours, et la valeur moyenne Q_m de l'intensité de la radiation pour le même temps. On trouve au Tableau 5 la marche annuelle de Q_m pour l'heure $11^h\ 30^m$ m.—$0^h\ 30^m$ s. La somme des produits discrets $Q_m T$ représente la grandeur de l'insolation. Le résultat de la sommation se trouve dans le Tableau III de l'Appendice. Une division plus détaillée avec des intervalles de temps plus petits n'amènerait pas une précision sensiblement plus grande des sommes mensuelles ou annuelles de l'insolation.

De la même manière j'ai calculé la composante verticale de la radiation solaire en déduisant les valeurs horaires de Q sin h et en additionnant ensuite les produits discrets de T et de la valeur moyenne de Q sin h pour des périodes de 5 (6 ou 3) jours (Tableau IV de l'Appendice). La marche annuelle de la quantité Q sin h pour l'heure $11^h\ 30^m$ m.—$0^h\ 30^m$ s. se retrouve au Tableau 5.

Pour chaque heure entre $3^h\ 30^m$ m. et $8^h\ 30^m$ s. j'ai calculé des tableaux analogues au Tableau 5. A l'aide de ces tableaux et de la durée possible de l'insolation, j'ai déterminé la valeur I_0 de l'insolation et de la valeur V_0 de sa composante verticale, en cas hypotétique d'un ciel constamment exempt de nuages autour du soleil (Tableau 6). On trouve aussi dans ce tableau la valeur moyenne de l'insolation I et celle de la composante verticale V pour les années 1905 et 1906. Ces valeurs moyennes ont été déduites des Tableaux III et IV de l'Appendice.

Le total annuel de l'insolation possible à Stockholm est d'après le Tableau 6 d'environ 251862 gramme-calories par cm carré. Cette valeur ne diffère que de 1.3 pour cent de la valeur donnée Tableau 4, laquelle à été estimée à l'aide de la Fig. 1. La valeur du Tableau 6 doit être considérée plus juste que l'autre.

La durée annuelle de l'insolation R représente à Stockholm 36 pour cent de la durée possible S_0, tandis que le total annuel de l'insolation I représente 43 pour cent de I_0 et la composante verticale V, 52 pour cent de V_0. Les différences de ces nombres s'expliquent par ce fait que le soleil est plus souvent caché par des nuages près de l'horizon qu'à des hauters élevées.

En général, on a $\left|\frac{dV}{dt}\right| > \left|\frac{dI}{dt}\right|$ à un temps quelconque. La quantité $\frac{dV}{dt}$ passe à Stockholm par des maxima au commencement des mois d'avril et d'août, comme cela résulte du Tableau 6.

A Treurenberg j'ai trouvé en 1899—1900 $R=0.20\,S_0$, $I=0.21\,I_0$ et $V=0.22\,V$. Bien que le total annuel possible I_0 soit même un peu plus grand à Treurenberg qu'à Stockholm, le total annuel I de la radiation solaire déversée à la surface de la terre est deux fois plus grande à Stockholm qu'à Treurenberg.[1] Le rapport entre les composantes

[1] WESTMAN, J.: Mesures de l'intensité de la radiation solaire faites en 1899 et en 1900 à la baie de Treurenberg, Spitzberg (Miss. sc. pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, Stockholm 1903).

verticales V est de 3.3. Voilà la cause principale des climats différents des deux endroits.

Tableau 7. — Somme annuelle de la composante verticale de l'insolation à des latitudes différentes.

Gramme-calories par cm carré.

Lieu de mesure	Latitude nord	Longitude est de Greenwich	Altitude *m*	Somme possible V_0	Somme réelle V	Rapport *p. C.*
Montpellier	43° 36′	$0^h 15^m 34^s$	60	145000	71800	49.5
Kief	50 24	2 2 1	—	123500	—	—
Stockholm	59 20	1 12 24	39	107300	55600	51.8
Treurenberg	79 55	1 7 26	22	75800	16800	22.2

La variation de V avec la latitude est mise en évidence par le Tableau 7. Pour Chemnitz, M. SCHREIBER a évalué la somme annuelle de la composante verticale de l'insolation et a trouvé $V_0 = 127\,630$ et $V = 63\,620$ gramme-calories par cm carré.[1] Ces valeurs estimées s'accordent bien avec les valeurs mesurées à Montpellier, Kief, Stockholm et Treurenberg (Tableau 7).

Tableau 8. — Sommes mensuelles et annuelles de la composante verticale de l'insolation possible V_0 et de l'insolation réelle V entre $11^h\ 30^m$ m. et $0^h\ 30^m$ s.

Gramme-calories par cm carré.

Mois	Valeurs mesurées		Valeurs estimées	
	V_0	V	V_0	V
Janvier	298	110	0	0
Février	587	200	300	100
Mars	1146	280	900	400
Avril	1556	830	1600	900
Mai	1879	1110	2200	1300
Juin	1914	1300	2300	1400
Juillet	1892	1320	2300	1400
Août	1631	960	1900	1000
Septembre	1184	600	1200	500
Octobre	761	260	500	100
Novembre	370	60	100	0
Décembre	199	50	0	0
Année	13416	7070	13300	7100

Le Tableau 8 fait voir l'accord qui existe entre les sommes mensuelles et annuelles de V_0 et de V mesurées à Stockholm et celles évaluées par M. SCHREIBER pour la latitude de 60°. Les sommes mensuelles estimées sont trop grandes en été

[1] SCHREIBER, P.: Die Meteorologie in den Landwirthschaft. I. Der Sonnenschein, pp. 62, 63; Leipzig 1899.

et trop petites en hiver que les valeurs mesurées. Les sommes annuelles, au contraire, s'accordent fort bien. C'est là un fait très important qui prouve que la méthode de calcul de M. SCHREIBER permet de se faire une idée assez juste de la grandeur de la composante verticale annuelle de la radiation solaire sur des espaces de la surface terrestre où des mesures de la durée et de l'intensité de la radiation manquent, pour peu qu'on y connaisse la nébulosité moyenne.

APPENDICE

TABLEAUX I–IV

Tableau I. — Durée de l'insolation à Stockholm ($\varphi = 59° 19'.6$ de latitude nord, $\lambda = 1^h 12^m 26^s$ de longitude est de Greenwich).

Heures de soleil. Temps de l'Europe centrale.

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s	8^h s.	Somme
1904																		
Juill.																		
1	—	0.33	1.00	1.00	0.73	0.37	0.08	—	—	—	—	0.05	0.05	0.03	—	—	—	3.64
2	—	—	—	—	—	—	—	0.10	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—	0.15
3	—	—	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.47	0.32	0.95	0.38	0.75	1.00	1.00	1.00	0.17	11.49
4	—	0.33	0.67	0.25	—	—	0.27	0.02	—	—	0.47	—	—	—	—	—	—	2.01
5	—	—	—	—	—	0.05	0.25	0.12	—	0.10	0.87	0.98	0.90	0.25	0.60	0.42	—	4.54
6	—	—	—		0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	0.10	0.07	0.02	0.77	0.58	1.00	—	7.37
7	—	—	—	—	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	0.62	1.00	1.00	0.17	2.92
8	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.83	0.95	0.93	1.00	0.70	0.63	0.93	0.25	—	6.30
9	—	—	—	—	—	0.17	0.97	1.00	0.25	0.12	0.92	0.48	0.43	0.08	1.00	0.30	—	5.72
10	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.35	0.50	0.78	0.63	0.33	0.42	0.95	0.33	0.05	11.09
11	0.05	1.00	1.00	0.75	1.00	0.88	0.43	0.45	0.07	0.08	0.30	0.75	0.60	0.47	0.58	0.08	—	8 49
12	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.98	0.63	0.22	0.48	0.67	0.73	0.88	1.00	0.13	12.72
13	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.08	14.75
14	0.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.92	—	14.87
15	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0 97	0.73	—	—	—	12.45
16	—	—	—	0.50	0.95	1.00	1.00	1.00	0.08	—	0.43	0.98	0.03	0 63	0.83	0.72	—	8.15
17	—	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	—	0.53	0.22	—	11.95
18	—	—	—	—	—	0.55	0.62	0.03	0.02	0.67	1.00	0.47	0.12	0.10	—	—	—	3.58
19	—	—	—	0.18	0.50	0.78	0.33	0.45	0.17	0.43	0.75	0.50	0.60	0.45	1.00	1.00	—	7.14
20	—	0.97	0 93	0.42	0.10	—	—	0.08	0.53	0.10	0.50	0.87	0.07	0.03	—	—	—	4 60
21	—	0.57	0.57	0.13	0.43	0.23	—	0.35	0.50	0.50	0.75	0.53	0.52	0.65	0.33	0.18	—	6.24
22	—	0.97	1.00	0.83	0.65	1.00	0.83	0.83	0.80	0.90	0.82	0 98	1.00	1.00	0.97	—	—	12.58
23	—	—	0.78	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1 00	1.00	1.00	0.93	0.55	0.05	0.67	—	—	10.98
24	—	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	—	13.97
25	—	—	0.08	—	—	—	0.27	0.52	0.90	0.45	0.05	—	—	0.37	0.30	—	—	2.94
26	—	0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.53	0.50	0.50	0.38	0.75	0.88	0.98	1.00	0.07	—	11.06
27	—	0.30	0.85	1.00	1.00	1.00	0.97	0.50	0.47	0.33	0.82	0.92	0.87	1.00	1.00	0.83	—	11.86
28	—	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	14.63
29	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	14.42
30	—	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	—	14.63
31	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	14.25
Août																		
1	—	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.47	—	14 00
2	—	0.53	1.00	1.00	0.92	0.98	0.67	0.83	1.00	0.97	0.88	1.00	1.00	0.95	0.98	0.25	—	12.96
3	—	—	0.47	1.00	1.00	1.00	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	0.30	—	—	11.00
4	—	—	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	0.88	1.00	0.73	—	—	12.37
5	—	—	—	—	—	—	0.27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	—	—	8.07
6	—	–	0.27	0.32	1.00	0.87	0.38	0.30	—	—	—	—	0.58	0.60	0.33	—	—	4.65
7	—	—	0.05	—	—	—	—	—	0.27	0.40	0.50	0.13	0.67	1.00	0.73	—	—	3.75
8	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.17	—	—	0.33	0.88	1.00	0.17	—	2.62

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1904																		
Août																		
9	—	0.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.23	0.20	0.97	0.97	—	0.67	0.23	0.08	—	9.58
10	—	0.05	0.73	0.87	0.80	—	—	—	0.07	—	0.65	0.37	0.08	—	—	—	—	3.62
11	—	—	0.17	0.75	1.00	1.00	0.50	0.13	0.20	0.08	0.10	—	—	—	—	—	—	3.93
12	—	—	0.58	0.83	0.57	0.75	0.25	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	3.03
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	0.75	1.00	0.17	—	2.25
14	—	0.47	0.97	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	0.28	—	—	0.53	—	—	—	—	8.18
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.25	—	—	—	—	0.25
16	—	—	0.55	0.47	0.90	0.05	0.32	0.72	—	0.07	—	0.22	—	—	0.08	0.20	—	3.58
17	—	—	—	0.17	0.13	0.53	0.95	0.97	0.90	0.53	0.43	0.20	0.30	0.32	—	—	—	5.43
18	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	—	0.12	0.58	0.25	0.83	—	—	—	1.85
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	0.05	0.43	—	—	—	—	—	0.98
21	—	—	—	—	—	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05
22	—	—	0.83	0.63	0.83	0.73	0.97	1.00	0.93	0.88	0.93	1.00	1.00	1.00	0.33	—	—	11.06
23	—	—	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.07	—	—	0.17	0.08	1.00	0.55	—	—	7.45
24	—	—	—	—	—	—	—	—	0.80	0.62	0.62	0.75	0.57	0.75	0.70	—	—	4.81
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.80	0.67	0.45	0.17	0.25	—	—	2.51
26	—	—	—	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.65	0.33	0.92	—	—	—	—	—	6.98
28	—	—	0.55	1.00	1.00	0.98	0.50	1.00	0.48	0.50	0.67	0.12	—	—	—	—	—	6.80
29	—	—	—	—	—	—	0.17	0.13	0.27	0.17	0.20	0.02	0.25	—	—	—	—	1.21
30	—	—	—	—	—	0.33	0.50	0.83	0.30	—	—	0.50	0.58	0.27	—	—	—	3.31
31	—	—	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	12.25
Sept.																		
1	—	—	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	0.10	—	0.07	0.50	0.58	—	—	—	6.96
2	—	—	—	—	—	0.20	0.33	0.75	0.80	0.97	1.00	1.00	1.00	0.12	—	—	—	6.17
3	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.25	—	—	—	9.53
4	—	—	—	—	0.35	0.62	0.45	0.58	0.33	0.22	0.50	0.32	—	0.80	—	—	—	4.17
5	—	—	—	—	—	0.63	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	—	—	—	—	7.30
6	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	0.30	—	—	—	9.55
7	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	0.78	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.08	—	—	9.61
8	—	—	—	—	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	9.38
10	—	—	—	0.13	0.55	—	—	—	0.20	0.03	0.42	0.07	1.00	0.55	—	—	—	2.95
11	—	—	—	0.03	—	—	0.33	—	0.42	—	0.08	0.12	0.58	0.17	—	—	—	1.73
12	—	—	—	—	—	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33
13	—	—	0.10	0.93	0.33	1.00	1.00	1.00	0.83	0.87	0.92	0.05	—	—	—	—	—	7.03
14	—	—	—	—	—	0.22	0.25	0.27	0.47	—	0.07	0.10	—	—	—	—	—	1.38
15	—	—	—	0.17	1.00	0.17	0.83	1.00	1.00	0.83	0.92	1.00	1.00	0.80	—	—	—	8.72
16	—	—	—	0.10	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.58	—	—	—	9.40
17	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	9.58
18	—	—	0.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	—	—	10.62
19	—	—	—	—	0.28	0.08	0.87	0.25	0.88	1.00	0.80	—	—	—	—	—	—	4.16
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67	—	—	—	—	0.67
21	—	—	—	—	0.08	0.15	0.52	0.87	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	—	—	—	6.87
22	—	—	—	—	—	0.33	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	—	—	—	—	6.08
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.07	—	—	—	—	—	0.15
25	—	—	—	—	—	0.52	1.00	0.83	0.17	0.83	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	6.35

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1904																		
Sept.																		
27	—	—	—	—	0.25	1.00	0.92	0.67	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	2.86
28	—	—	—	—	0.33	—	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	—	6.45
29	—	—	—	—	—	—	—	0.75	0.70	0.40	0.67	0.77	—	—	—	—	—	3.29
30	—	—	—	—	—	—	0.13	0.83	0.47	0.83	0.97	1.00	0.12	—	—	—	—	4.35
Oct.																		
1	—	—	—	—	—	0.33	0.43	0.05	0.67	1.00	1.00	1.00	0.25	—	—	—	—	4.73
3	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	0.08	—	—	—	—	8.16
4	—	—	—	—	0.70	1.00	1.00	0.63	1.00	1.00	0.70	0.83	0.17	—	—	—	—	7.03
5	—	—	—	—	0.05	0.12	0.07	—	—	0.17	0.40	—	—	—	—	—	—	0.81
6	—	—	—	—	—	0.17	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.59
8	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.63	—	—	—	—	8.80
9	—	—	—	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	—	8.59
10	—	—	—	—	—	0.05	—	—	—	0.83	—	—	—	—	—	—	—	0.88
11	—	—	—	—	—	0.25	0.62	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	—	—	—	—	6.45
12	—	—	—	—	0.25	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00
13	—	—	—	—	—	0.50	0.53	1.00	0.83	0.75	0.83	1.00	0.75	—	—	—	—	6.19
14	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	0.33	0.25	0.03	—	—	—	—	6.44
18	—	—	—	0.17	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	—	8.00
19	—	—	—	—	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	0.75	0.08	—	—	—	—	6.70
20	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	—	—	—	—	8.25
21	—	—	—	—	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.20	—	—	—	—	7.75
24	—	—	—	—	—	—	—	0.58	0.42	0.03	0.58	0.50	—	—	—	—	—	2.11
27	—	—	—	—	—	0.17	0.55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.72
28	—	—	—	—	—	—	—	0.67	0.67	1.00	—	—	—	—	—	—	—	2.34
29	—	—	—	—	—	—	—	0.37	0.75	0.42	0.83	0.30	—	—	—	—	—	2.67
30	—	—	—	—	—	0.55	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	—	—	—	—	—	6.30
31	—	—	—	—	0.50	1.00	0.50	0.58	1.00	0.75	—	—	—	—	—	—	—	4.33
Nov.																		
2	—	—	—	—	0.08	—	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	—	—	—	—	—	5.23
3	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.63	0.93	0.42	—	—	—	—	—	2.05
4	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	—	—	—	—	—	7.47
5	—	—	—	—	—	0.50	0.67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.17
6	—	—	—	—	—	0.27	0.75	0.75	1.00	1.00	0.83	0.50	—	—	—	—	—	5.10
7	—	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	—	—	6.50
11	—	—	—	—	—	—	—	0.02	0.33	—	—	—	—	—	—	—	—	0.35
12	—	—	—	—	—	0.83	0.75	—	0.58	—	—	—	—	—	—	—	—	2.16
15	—	—	—	—	—	0.13	0.03	0.70	0.72	—	—	—	—	—	—	—	—	1.58
18	—	—	—	—	—	0.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	—	—	5.47
19	—	—	—	—	—	—	—	—	0.55	0.88	0.30	—	—	—	—	—	—	1.73
20	—	—	—	—	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	—	—	—	—	—	—	5.75
21	—	—	—	—	—	—	0.17	1.00	1.00	1.00	0.42	—	—	—	—	—	—	3.59
29	—	—	—	—	—	0.25	1.00	1.00	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	2.30
Dec.																		
6	—	—	—	—	—	—	0.25	0.83	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	1.18

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1904																		
Dec.																		
8	—	—	—	—	—	—	—	0.83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.83
19	—	—	—	—	—	—	0.17	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67
20	—	—	—	—	—	—	0.58	1.00	0.58	0.08	—	—	—	—	—	—	—	2.24
23	—	—	—	—	—	—	0.37	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50
25	—	—	—	—	—	-	0.30	1.00	1.00	0.33	—	—	—	—	—	—	—	2.63
27	—	—	—	—	—	—	0.03	0.50	0.10	0.47	—	—	—	—	—	—	—	1.10
1905																		
Janv.																		
1	—	—	—	—	—	—	- -	0.13	0.67	1.00	0.13	—	—	—	—	—	—	1.93
3	—	—	—	—	—	—	0.42	—	0.25	0.67	—	—	—	—	—	—	—	1.34
4	—	—	—	—		—	0.43	1.00	1.00	0.97	—	—	—	—	—	—	—	3.40
5	—	—	—	—	—	—	—	0.67	1.00	0.83	—	—	—	—	—	—	—	2.50
6	—	—	—	—	—	—	0.42	0.93	0.42	0.53	—	—	—	—	—	—	—	2.30
10	—	—	—	—	—	—	0.30	1.00	1.00	0.70	—	—	—	—	—	—	—	3.00
14	—		—	-	—	—	0.67	1.00	1.00	1 00	0.55	—	—	—	—	—	—	4.22
15	—	—	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	—	—	—	—	—	—	5.22
16	—	—	—	—	—	—	0.33	1.00	1.00	0.53	—	—	—	—	—	—	—	2.86
17	—	—	—	—	—	—	0.32	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	—	—	4.32
18	—	—	—	—	—	—	0.75	0.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.25
19	—	—	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	—	—	—	—	—	4.80
26	—	—	—	—	—	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	0.25	—	—	—	—	—	5.30
27	—	—	—	—	—	0.10	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.37	—	—	—	—	—	5.43
29	—	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	—	—	—	—	—	—	5.30
30	—	—	—	—	—	—	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	—	—	—	—	5.82
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0.07	—	—	—	—	—	—	0.07
Févr.																		
1	—	—	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	—	—	—	—	—	5.55
3	—		—	—	-		—	0.47	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	—	—	4.14
4	—	—	—	—	- -	0.33	1.00	1.00	1.00	1 00	0.75	—	—	—	—	—	—	5.08
7	—	—	—	—	—	0.67	0.67	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	—	6.01
8	—	—	—	—	-	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	—	6.75
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.75	0.70	0.17	—	—	—	—	1.62
11	—	—		—	—	—		0.77	1.00	0.05	—	—	—	—	—	—	—	1.82
12	—	—	—	—	—	0.83	1.00	0.75	0.10	0.32	0.67	0.10	—	—	—	—	—	3.77
13	—	—	—	—	—	0.77	0.55	1.00	0.80	—	0.05	0.30	—	—	—	—	—	3.47
14	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	—	—	0.45	0.25	—	—	—	—	0.73
15	—	—	—	—	—	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.18	0.52	—	—	—	—	—	5.67
17	-	—	—	—	—	—	—	—	—	0.47	—	—	—	—	—	—	—	0.47
18	—	—		—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.08	—	—	—	-	—	5.95
19	—	—	—	—	—	0.03	0.52	0.33	0.47	0.60	0.82	0.08	—	—	—	—	—	2.85
20	—	—	—	—	—	0.75	1.00	1.00	1.00	0.77	0.03	0.20	—	—	—	—	—	4.75
21	—	- -	—	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	0.75	0.97	0.30	—	—	—	—	5.27
22	—	—	—	—	0.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	—	—	—	7.72
23	—	—	—	—	—	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	—	6.69
Mars																		
3	—	—	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	—	6.42

Date	4h m.	5h m.	6h m.	7h m.	8h m.	9h m.	10h m.	11h m.	Midi	1h s.	2h s.	3h s.	4h s.	5h s.	6h s.	7h s.	8h s.	Somme
1905																		
Mars																		
4	—	—	—	—	—	—	0.17	0.13	0.08	0.67	0.55	—	—	—	—	—	—	1.60
5	—	—	—	—	—	—	0.05	—	—	—	0.17	0.42	—	—	—	—	—	0.64
10	—	—	—	—	—	0.12	0.13	0.05	0.30	0.45	0.72	0.93	0.13	—	—	—	—	2.83
14	—	—	—	—	—	0.33	0.12		0.88	1.00	0.80	0.47	0.08	—	—	—	—	3.68
20	—	—	—	—	0.33	1.00	1.00	0.30	0.67	0.92	1.00	0.58	—	—	—	—	—	5.80
21	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.25	0.47	0.80	1.00	0.08	—	—	—	—	2.68
22	—	—	—	0.33	—	—	—	0.08	0.08	0.80	1.00	1.00	1.00	0.07	—	—	—	4.36
23	—	—	—	—	—	—	0.12	0.75	0.75	1.00	1.00	1.00	0.47	—	—	—	—	5.09
25	—	—	—	0.50	0.70	0.62	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.95
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.50	0.72	1.00	0.07	—	—	—	2.37
28	—	—	—	—	—	—	—	0.17	1.00	0.97	1.00	1.00	0.88	0.58	—	—	—	5.60
29	—	—	—	—	0.63	1.00	0.60	0.03	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	2.28
30	—	—	—	—	—	—	—	0.22	0.03	—	0.08	0.17	—	—	—	—	—	0.50
31	—	—		—	—	—	—	—		0.05	—	0.52	0.58	0.50	—	—	—	1.65
Avril																		
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.07	—	—	—	0.14
2	—	—	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	10.50
3	—	—	—	—	—	0.60	0.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.77
4	—	—	—	—	0.17	0.83	0.67	0.13	—	0.50	0.08	—	—	—	—	—	—	2.38
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.33	0.08	—	—	—	—	0.41
6	—	—	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	—	—	11.30
7	—	—	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	0.05	—	—	0.12	0.32	—	—	—	6.37
8	—	—	0.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	—	—	—	10.55
9	—	—	0.17	0.15	0.58	0.18	—	—	—	—	—	1.00	0.17	0.37	—	—	—	2.62
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.07	0.40	—	—	—	—	0.47
11	—	—	—	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	0.50	—	—	—	9.27
14	—	—	—		0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—		—	9.30
15	—	—	—	—	0.33	0.50	1.00	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	—	—	9.03
16	—	—	—	—	—	—	—	0.25	0.83	0.18	0.57	0.25	—	0.13	—	—	—	2.21
17	—	—	0.42	0.63	0.25	0.50	0.52	0.70	0.67	0.50	1.00	1.00	0.58	—	—	—	—	6.77
18	—	—	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.42	—	—	11.79
21	—	—	—	—	—	0.43	1.00	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.50
23	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.62	0.05	—	—	—	0.50	0.45	—	—	6.95
24	—	—	0.25	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	0.98	0.90	0.47	—	—	—	10.40
25	—	—	0.10	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	—		—	—	—	—	7.23
26	—	—	—	0.05	0.12	0.63	0.92	1.00	0.95	0.98	0.98	0.83	0.80	0.10	0.08	—	—	7.44
27	—	—	—	0.08	0.63	1.00	1.00	0.80	—	—	0.60	0.17	0.20	0.55	0.05	—	—	5.08
28	—	—	0.67	0.25	0.30	0.92	0.50	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.77
29	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.77	1.00	0.20	—	—	—	—	—	—	2.14
30	—	—	0.45	0.83	1.00	1.00	1.00	0.83	0.97	0.75	0.50	—	—	—	—	—	—	7.33
Mai																		
1	—	—	—	—	—	0.07	—	0.12	0.50	0.13	0.10	—	—	—	—	—	—	0.92
2	—	—	—	0.33	1.00	0.67	0.12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.12
3	—	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	0.83	0.45	0.65	0.83	0.38	—	—	—	—	5.81
4	—	—	—	—	0.17	0.75	0.57	0.48	0.42	—	0.17	0.10	0.13	0.25	—	—	—	3.04

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1905																		
Mai																		
5	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.25	—	12.33
6	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	—	13.92
7	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	—	—	0.48	0.53	1.00	1.00	1.00	0.05	—	10.26
8	—	—	0.22	0.53	1.00	1.00	1.00	0.37	0.12	0.63	—	—	—	—	—	—	—	5.17
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.83	—	0.05	0.47	—	—	1.35
11	—	—	—	—	—	0.57	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	0.72	0.17	—	8.95
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.30	0.08	—	—	0.08	—	0.49
14	—	—	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.72	1.00	0.92	—	—	0.20	0.28	0.47	—	9.17
15	—	0.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	0.93	0.30	—	—	12.49
16	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.20	—	13.73
17	—	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	—	14.10
18	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.10	—	—	—	11.85
19	—	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	14.55
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	0.97	1.00	1.00	1.00	0.58	—	4.68
21	—	0.93	1.00	1.00	0.95	0.62	0.53	0.37	0.20	—	0.17	0.83	0.83	0.93	1.00	0.58	—	9.94
22	—	0.93	1.00	1.00	1.00	0.80	0.98	0.83	0.30	—	—	0.08	—	0.28	0.10	—	—	7.30
23	—	—	—	0.25	1.00	0.48	—	—	0.03	—	0.05	0.12	0.28	0.23	—	—	—	2.44
24	—	0.73	0.35	1.00	0.60	—	—	0.13	0.20	0.50	—	—	—	—	0.27	0.17	—	3.95
25	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	0.83	0.63	0.73	0.80	0.70	0.55	0.90	0.70	—	12.39
26	—	0.55	0.67	0.55	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.18	0.15	—	—	10.90
27	—	—	—	0.25	0.42	0.92	0.93	0.90	0.42	0.30	0.55	0.58	—	—	—	—	—	5.27
28	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.70	0.33	0.25	0.65	—	11.93
29	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.02	—	—	11.36
30	—	—	0.37	0.92	1.00	1.00	0.95	0.97	0.88	1.00	1.00	0.60	0.85	0.83	—	—	—	10.37
31	—	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	14.62
Juin																		
1	—	—	0.75	0.92	0.95	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	0.20	0.08	0.02	—	—	8.96
2	—	0.42	0.75	0.10	0.17	—	—	—	—	0.20	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	—	6.44
3	—	—	—	—	0.05	0.50	0.25	0.33	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.12	9.12
4	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.55	1.00	1.00	0.45	—	13.55
5	—	—	—	—	0.33	—	0.08	0.92	0.63	0.55	1.00	0.25	0.95	0.83	1.00	0.40	—	6.94
6	—	—	—	—	—	—	—	—	0.53	0.78	0.50	0.43	—	—	—	—	—	2.24
7	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	15.00
8	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	15.25
9	0.07	0.75	1.00	0.58	1.00	0.12	0.72	0.87	0.93	0.93	1.00	0.95	0.98	1.00	1.00	0.75	—	12.65
10	0.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.07	—	—	—	12.06
11	—	—	—	—	0.12	0.03	0.75	0.28	0.70	1.00	0.75	0.03	0.57	0.82	0.08	—	—	5.13
12	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	—	15.35
13	—	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.87	0.47	—	—	12.89
14	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20	—	0.15	—	—	—	—	—	—	0.35
15	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	0.70	1.00	0.95	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	12.07
16	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	1.00	0.53	—	—	13.71
17	—	—	—	—	0.20	—	—	0.10	0.80	1.00	1.00	1.00	0.25	0.08	0.10	0.33	—	4.86
18	—	0.53	0.83	0.03	—	1.00	1.00	1.00	0.50	0.82	1.00	0.58	0.92	0.57	1.00	0.47	—	10.25
19	—	0.50	1.00	0.70	0.05	0.02	0.07	—	0.52	0.95	1.00	1.00	0.97	0.70	0.90	0.83	—	9.21

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1905																		
Juin																		
20	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	7.30
21	—	0.53	0.12	0.30	0.42	0.30	0.40	0.70	0.07	—	—	—	0.03	0.27	0.28	—	—	3.42
22	—	—	—	0.98	0.97	0.83	0.58	—	0.10	0.60	0.80	0.42	0.78	0.67	0.13	—	—	6.86
23	—	—	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.80	—	13.21
24	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	15.59
25	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	15.75
26	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	15.58
27	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	15.59
28	—	—	—	—	0.25	1.00	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	—	9.83
29	—	1.00	1.00	1.00	0.72	0.90	1.00	0.80	0.58	0.83	0.97	0.75	1.00	1.00	0.10	—	—	11.65
30	—	—	0.25	0.85	—	—	0.07	0.08	—	0.30	0.97	1.00	1.00	0.92	0.05	—	—	5.49
Juill.																		
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67	0.83	—	1.50
2	—	0.83	0.55	0.92	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	14.40
3	—	—	—	—	—	—	—	0.13	0.22	0.75	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	6.90
4	—	0.27	0.03	0.07	0.55	0.60	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	0.92	0.87	0.47	—	—	9.08
5	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	0.78	—	—	13.94
6	—	—	0.15	0.03	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	—	12.04
7	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.90	0.53	0.72	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.08	—	13.27
8	—	0.30	0.98	0.10	—	0.17	1.00	0.92	0.80	1.00	0.47	0.20	0.10	0.50	0.88	0.70	—	8.12
9	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.55	0.35	0.65	0.23	—	—	11.70
10	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.72	0.87	0.63	0.97	0.08	14.57
11	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	—	—	—	—	—	—	—	8.58
12	—	0.07	0.13	0.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	—	—	0.98
13	0.33	1.00	1.00	1.00	0.88	0.63	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.92
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.37	—	—	0.13	1.00	0.05	1.55
15	0.25	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	—	0.67	—	—	12.44
16	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30	0.33	0.27	0.17	0.53	0.65	0.67	0.17	—	3.09
17	—	—	—	—	—	—	—	0.35	1.00	0.68	1.00	1.00	0.60	0.20	0.30	0.58	—	5.71
18	—	0.83	0.60	0.33	0.47	1.00	0.83	0.20	0.13	—	0.03	1.00	1.00	1.00	0.30	0.47	—	8.19
19	—	—	—	—	—	—	0.58	0.67	1.00	0.05	0.22	0.05	—	—	—	—	—	2.57
21	—	—	—	—	—	—	—	0.57	1.00	1.00	0.57	0.25	0.75	0.58	0.50	0.42	—	5.64
22	—	—	0.70	1.00	0.60	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	0.77	0.50	—	12.15
24	—	—	—		0.03	—	—	—	0.50	—	0.90	0.85	0.93	0.75	0.83	0.92		5.71
25	—	0.92	0.97	1.00	0.98	0.80	0.47	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	13.69
26	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.12	—	13.42
27	—	—	—	—	0.55	1.00	0.97	0.72	—	0.03	0.03	0.92	0.75	0.43	1.00	0.22	—	6.62
28	—	0.58	1.00	1.00	1.00	0.82	1.00	1.00	0.20	0.32	0.97	0.87	1.00	0.87	0.47	0.70	—	11.80
29	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.73	0.80	0.83	0.47	0.65	0.63	—	12.73
30	—	0.58	1.00	1.00	0.50	0.07	0.20	0.17	0.10	0.28	—	—	0.03	—	—	—	—	3.93
31	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	0.98	0.63	—	0.75	1.00	1.00	0.25	—	4.74
Août.																		
1	—	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.57	—	14.51
3	—	0.42	0.70	0.25	0.50	1.00	0.67	0.95	0.92	0.67	0.63	1.00	1.00	1.00	0.83	0.67	—	11.21
4	—	—	0.87	0.30	1.00	0.75	0.97	0.65	0.62	0.55	1.00	0.08	—	—	—	—	—	6.79

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1905																		
Août																		
5	—	—	—	0.02	0.03	0.60	0.80	1.00	0.97	0.95	1.00	1.00	0.47	—	0.30	—	—	7.14
6	—	0.17	0.83	—	—	0.17	—	—	0.03	0.43	—	—	—	—	—	—	—	1.63
7	—	—	—	0.28	1 00	1.00	1 00	0.92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.20
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.83	—	—	0.83
9	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	—	12.75
11	—	—	0.50	0.70	1.00	0.87	1.00	0.50	0.98	0.72	0.92	0.50	0.12	0.78	1.00	0.43	—	10.02
12	—	0.30	1.00	1 00	1.00	0.83	0.78	0.48	0.65	0.85	0.70	0.87	0.38	—	—	—	—	8.84
13	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	0.67	—	—	13.12
14	—	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1 00	1.00	1.00	1.00	0.73	0.08	0.37	—	12.60
15	—	0.50	1.00	1.00	0.28	0.77	0.42	0.60	—	—	—	0.23	0.47	—	—	—	—	5.27
16	—	—	0.30	0.42	0.55	1.00	0.72	1.00	1.00	0.80	—	—	—	—	—	—	—	5.79
17	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.83	0.83	0.78	0.75	0.92	0.33	—	12.60
18	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.50	0.58	1.00	1.00	0.78	0.50	0.23	—	—	—	9.85
20	—	—	0.45	1.00	1.00	1 00	0.95	0.75	0.67	0.30	0.67	0.67	0.67	0.65	0.15	—	—	8.93
21	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.90	0.53	0.28	0.65	0.67	0.05	—	11.16
22	—	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	13.42
23	—	—	0.08	0.10	—	0.30	0.43	0.70	0.97	0.87	0.92	0.95	1.00	0.25	0.03	—	—	6.60
25	—	—	—	—	—	0.15	0.27	0.02	—	0.30	—	—	0.17	—	—	—	—	0.91
26	—	—	—	—	—	—	—	0.12	0.02	0.25	0.75	0.80	1.00	0.95	1.00	—	—	4 89
27	—	—	0.33	—	—	0.30	0.08	0.03	0.62	0.83	0.95	0.93	1.00	0.92	—	—	—	5.99
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	—	0.05	—	—	—	—	—	0.55
31	—	—	—	—	0.43	0.05	0.13	0.17	0.02	0.40	0.48	0.92	1.00	0.80	0.40	—	—	4.80
Sept.																		
1	—	0.20	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	0.20	0.37	1.00	0.40	0.33	—	—	—	8.92
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.45	1.00	0.55	—	—	—	—	2.17
3	—	—	—	0.42	0 47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	—	—	—	—	7.81
4	—	—	—	—	0.67	0.28	0.10	0.42	0.55	0.58	0.93	0.55	0.50	0.47	—	—	—	5.05
5	—	—	—	0.42	1.00	0.25	—	0.42	0.97	0.97	0.45	0.05	—	—	—	—	—	3.53
6	—	—	—	—	—	—	0.05	0.08	—	—	0.07	—	—	—	—	—	—	0.20
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.42	1.00	1.00	0 83	—	—	—	—	3.25
9	—	—	—	0.08	0.17	0.23	0.40	1.00	1.00	0.80	0.47	0.08	—	—	—	—	—	4.23
10	—	—	—	0.25	1.00	0.22	—	0.52	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	2.04
11	—	—	—	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.12	—	—	—	8.74
12	—	—	—	0.08	0.83	1.00	1.00	1.00	0.72	0.78	0.45	0.43	—	—	—	—	—	6.29
13	—	—	—	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	—	—	9.42
14	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	0.17	0.23	0.20	—	—	—	—	5.52
15	—	—	—	—	—	0.18	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	—	6.13
16	—	—	—	—	0.28	1.00	1.00	0.87	0.97	1.00	1 00	0.93	0.48	0.50	—	—	—	8.03
17	—	—	—	0.33	0.98	1.00	0.85	1.00	0.55	0.77	0.92	1.00	0.75	0.33	—	—	—	8 48
18	—	—	—	—	0.37	0.50	0.75	0.83	1.00	1.00	0.67	1.00	0.73	—	—	—	—	6.85
19	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	—	—	—	9.25
20	—	—	—	—	0.58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	—	—	—	8.50
21	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	0.97	0.15	—	—	0.20	—	—	—	—	4.82
22	—	—	—	0.20	1.00	0.83	0.72	0.35	0.05	0.98	1.00	0.78	0.25	—	—	—	—	6.16
24	—	—	—	—	—	0.05	—	—	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	0.15

Date	4h m.	5h m.	6h m.	7h m.	8h m.	9h m.	10h m.	11h m.	Midi	1h s.	2h s.	3h s.	4h s.	5h s.	6h s	7h s.	8h s.	Somme
1905																		
Sept.																		
25	—	—	—	—	—	—	—	0.47	0.37	0.78	0.40	0.67	0.12	—	—	—	—	2.81
26	—	—	—	—	—	—	—	0.15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.15
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.15	—	—	—	—	—	—	0.15
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	—	—	—	—	—	—	0.10
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.25	0.17	—	—	—	—	—	0.45
Oct.																		
4	—	—	—	—	0.50	1.00	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.92
9	—	—	—	—	0.25	0.93	1.00	0.83	0.92	0.93	0.33	0.25	—	—	—	—	—	5.44
10	—	—	—	—	—	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	—	—	—	—	7.51
11	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0 50	0.42	—	—	—	—	7.59
12	—	—	—	—	—	—	—	—	0.80	0.13	0.60	0.57	—	—	—	—	—	2.10
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	0.17	0.07	—	—	—	—	—	0.74
15	—	—	—	—	0.42	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	—	—	—	—	7.69
17	—	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	—	—	—	—	—	6.80
18	—	—	—	—	—	—	0.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.18
21	—	—	—	—	—	0.42	0.83	0.50	—	0.03	0.03	—	—	—	—	—	—	1.81
22	—	—	—	—	—	—	—	0.52	0.17	0.10	0.63	0.50	—	—	—	—	—	1.92
24	—	—	—	—	—	0.25	0.65	0.33	0.65	0.72	0.20	0.33	—	—	—	—	—	3.13
28	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	—	0.17	—	—	—	—	—	—	0.25
29	—	—	—	—	0.47	0.17	—	—	—	0.03	—	0.18	—	—	—	—	—	0.85
Nov.																		
2	—	—	—	—	—	—	—	0.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.23
10	—	—	—	—	—	0 75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.30	—	—	—	—	—	6.05
14	—	—	—	—	—	0.33	0.27	—	—	0.43	—	—	—	—	—	—	—	1.03
18	—	—	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	0.20	—	—	—	—	—	—	3.87
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	0.25	—	—	—	—	—	—	0.30
20	—	—	—	—	—	0.13	—	0.72	1.00	1.00	0.97	—	—	—	—	—	—	3.82
22	—	—	—	—	—	—	—	—	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	0.25
25	—	—	—	—	—	—	0.08	0.53	0.72	0.33	—	—	—	—	—	—	—	1.66
29	—	—	—	—	—	—	0.55	1.00	1.00	0.95	0.53	—	—	—	—	—	—	4.03
30	—	—	—	—	—	—	—	1.00	1.00	0.97	0.63	—	—	—	—	—	—	3.60
Déc.																		
1	—	—	—	—	—	0.75	1.00	1.00	1.00	0.80	—	—	—	—	—	—	—	4.55
8	—	—	—	—	—	—	—	0.25	0.58	—	—	—	—	—	—	—	—	0.83
9	—	—	—	—	—	—	0.25	0.83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.08
10	—	—	—	—	—	0.33	0.97	1.00	1.00	1.00	0.58	—	—	—	—	—	—	4.88
12	—	—	—	—	—	0.25	0.55	0.37	0.28	—	—	—	—	—	—	—	—	1.45
13	—	—	—	—	—	—	—	—	0.45	—	—	—	—	—	—	—	—	0.45
14	—	—	—	—	—	—	0.67	0.50	0.25	0.50	0 25	—	—	—	—	—	—	2.17
15	—	—	—	—	—	—	—	—	0.30	0.67	0.27	—	—	—	—	—	—	1.24
16	—	—	—	—	—	—	0.83	0.45	1.00	0.92	0.07	—	—	—	—	—	—	3.27
17	—	—	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	0.97	0.33	—	—	—	—	—	—	4.13
18	—	—	—	—	—	—	0.20	0.83	1.00	0.92	0.05	—	—	—	—	—	—	3.00

Date	4h m.	5h m.	6h m.	7h m.	8h m.	9h m.	10h m.	11h m.	Midi	1h s.	2h s.	3h s.	4h s.	5h s.	6h s.	7h s.	8h s.	Somme
1905																		
Déc.																		
19	—	—	—	—	—	—	—	0 25	1 00	0.92	0.28	—	—	—	—	—	—	2.45
22	—	—	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	0.83	0.05	—	—	—	—	—	—	3.88
23	—	—	—	—	—	—	0.30	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.72
26	—	—	—	—	—	—	—	0.23	0.67	0.87	0.28	—	—	—	—	—	—	2.05
27	—	—	—	—	—	0.17	0.92	0.72	0.97	0.97	0.28	—	—	—	—	—	—	4.03
28	—	—	—	—	—	—	—	—	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	0.42
29	—	—	—	—	—	—	0.80	1.00	1.00	0.83	0.17	—	—	—	—	—	—	3.80
1906																		
Janv.																		
1	—	—	—	—	—	—	—	0.98	1.00	0.97	0.50	—	—	—	—	—	—	3.45
2	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67
13	—	—	—	—	—	—	0.50	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.70
18	—	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	0.55	0.77	0.52	—	—	—	—	—	—	4.34
20	—	—	—	—	—	—	0.93	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	—	—	—	4.68
21	—	—	—	—	—	—	—	0.48	0.95	0.50	0.27	—	—	—	—	—	—	2.20
23	—	—	—	—	—	—	—	—	0.72	0.92	0.08	—	—	—	—	—	—	1.72
25	—	—	—	—	—	0.50	1.00	0.87	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.37
26	—	—	—	—	—	—	—	0.08	—	—	0.45	—	—	—	—	—	—	0.53
27	—	—	—	—	—	—	—	—	0.43	1.00	1.00	0.33	—	—	—	—	—	2.76
29	—	—	—	—	—	0.50	1.00	0.97	0.65	0.05	—	—	—	—	—	—	—	3.17
30	—	—	—	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	0.83	—	—	—	—	—	—	4.16
31	—	—	—	—	—	—	—	—	0.93	1.00	1.00	0.55	—	—	—	—	—	3.48
Févr.																		
2	—	—	—	—	—	0.73	0.45	0.03	0.75	0.45	0.17	—	—	—	—	—	—	2.58
6	—	—	—	—	—	—	—	0.20	0.47	0.42	1.00	0.40	—	—	—	—	—	2.49
7	—	—	—	—	—	0.42	0.37	0.35	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	1.24
8	—	—	—	—	—	—	0.23	0.22	—	—	—	0.60	—	—	—	—	—	1.05
12	—	—	—	—	—	—	—	—	0.50	0.57	—	—	—	—	—	—	—	1.07
16	—	—	—	—	—	0.15	0.57	0.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.12
19	—	—	—	—	—	—	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	—	—	—	—	6.00
21	—	—	—	—	—	—	—	—	0.32	0.07	—	—	—	—	—	—	—	0.39
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.55	—	—	—	—	—	—	—	0.55
27	—	—	—	—	—	—	—	—	0 28	0.70	0.18	—	—	—	—	—	—	1.16
28	—	—	—	—	—	—	—	0.77	1 00	0.97	1.00	1.00	0.92	0.07	—	—	—	5.73
Mars																		
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	0.25	—	—	—	—	—	0.30
3	—	—	—	0.22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0 20	—	—	—	9.42
4	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.75	0.22	—	—	—	—	—	—	1.00
5	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.70	0.50	0.05	—	—	—	—	—	1.28
6	—	—	—	—	0.50	0.97	0.77	1.00	1.00	0.52	0.33	—	—	—	—	—	—	5.09
7	—	—	—	0.05	1.00	1.00	0.92	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.10
8	—	—	—	0.20	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.45	—	0.80	0.25	—	—	—	7.50
9	—	—	—	—	0.30	1.00	1.00	0.80	0.53	—	—	—	—	—	—	—	—	3.63
10	—	—	—	—	—	0.13	0.53	0.63	0.50	0.50	1.00	1.00	—	—	—	—	—	4.19
11	—	—	—	0.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	—	—	—	9.62

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1906																		
Mars																		
14	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	0.80	0.20	—	—	0.23	0.45	0.03	—	—	—	5.38
15	—	—	—	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.68	0.92	0.10	—	—	—	—	8.05
19	—	—	—	—	0.10	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	—	7.82
20	—	—	—	—	—	0.58	0.42	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00
22	—	—	—	—	0.30	0.47	0.38	—	—	0.10	0.05	0.07	—	—	—	—	—	1.37
23	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.63	—	—	—	9.88
24	—	—	—	—	—	—	—	0.92	0.08	0.05	0.32	—	—	—	—	—	—	1.37
26	—	—	—	—	—	0.73	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	—	—	—	—	7.56
27	—	—	—	0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	0.78	0.33	0.47	—	—	—	—	—	—	6.13
28	—	—	—	—	0.17	1.00	0.78	—	—	—	—	0.18	—	—	—	—	—	2.13
29	—	—	—	—	0.83	0.28	0.58	—	—	—	0.50	1.00	1.00	0.45	—	—	—	4.64
30	—	—	—	0.05	1.00	1.00	0.98	0.65	0.38	0.22	0.45	0.08	—	—	—	—	—	4.81
31	—	—	—	—	0.50	0.60	0.10	0.05	—	—	0.55	1.00	1.00	0.13	—	—	—	3.93
Avril																		
1	—	—	—	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	6.17
2	—	—	—	—	—	0.08	1.00	0.70	0.58	1.00	0.92	0.80	—	—	—	—	—	5.08
3	—	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	—	—	—	8.58
4	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	—	—	—	9.66
5	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	—	—	10.59
6	—	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	10.58
7	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	10.42
8	—	—	—	0.72	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	0.30	—	—	—	—	8.77
9	—	—	—	—	0.60	0.33	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	0.72	0.07	—	—	—	—	6.35
10	—	—	—	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	9.50
11	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	—	—	—	10.83
12	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	—	—	—	10.16
13	—	—	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	—	—	—	10.66
14	—	—	—	—	0.08	0.20	0.77	0.73	0.60	1.00	0.77	0.50	0.48	—	—	—	—	5.13
15	—	—	—	0.58	0.72	1.00	0.92	1.00	0.55	0.70	0.92	0.45	0.55	—	—	—	—	7.39
16	—	—	—	—	—	—	0.15	—	0.13	—	—	0.12	—	—	—	—	—	0.40
18	—	—	—	—	0.27	0.80	0.42	0.53	0.28	0.10	0.35	—	—	—	—	—	—	2.75
21	—	—	0.50	0.75	—	—	—	—	0.22	0.67	0.93	0.90	0.17	0.52	—	—	—	4.66
23	—	—	—	—	—	—	—	—	0.58	1.00	0.92	0.73	0.43	0.38	0.55	—	—	4.59
24	—	—	—	—	—	—	—	0.38	0.18	0.08	0.12	—	—	0.12	0.03	—	—	0.91
25	—	—	—	—	—	0.37	1.00	1.00	1.00	0.88	0.22	0.42	0.07	0 33	—	—	—	5.29
28	—	—	0.67	0.92	0.70	0.17	—	0.27	0.75	1.00	0.67	0.52	0.98	0.15	—	—	—	6.80
29	—	—	—	—	—	—	0.27	0.97	1.00	1.00	0.73	0.92	0.95	0.17	—	—	—	6.01
30	—	—	0.67	0.87	0.10	—	—	—	0.20	0.92	0.80	0.67	0.03	0.07	—	—	—	4.33
Mai																		
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.75	—	0.17	—	—	0.25	—	—	1.17
3	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.03	—	—	—	—	7.69
4	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.75	1.00	1.00	0.17	—	11.46
5	—	—	—	—	—	—	0.10	0.03	—	0.07	—	—	—	—	—	—	—	0.20
6	—	—	—	0.83	1.00	0.92	0.95	0.67	0.67	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	—	—	10.29
7	—	—	—	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	10.59

Date	4h m.	5h m.	6h m.	7h m.	8h m.	9h m.	10h m.	11h m.	Midi	1h s.	2h s.	3h s.	4h s.	5h s.	6h s.	7h s.	8h s.	Somme
1906																		
Mai																		
8	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1 00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	—	—	12.45
9	—	0.17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1 00	1.00	0.97	0.05	—	13.19
10	—	0 58	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	—	13.75
11	—	–	—	0.25	0.15	0.75	1.00	0.97	1.00	0.83	0.52	—	0.45	0.75	1.00	0.25	—	7.92
12	—	—	—	—	0.25	0.05	0.83	0.97	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	—	9.10
13	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	1.00	0.42	—	14.14
14	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.08	—	13.83
15	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.88	—	—	—	12.55
16	—	—	0.92	0.58	0.22	0.87	1.00	1.00	1.00	0.98	0.58	1.00	1.00	1 00	0.75	0.17	—	11.07
17	—	0.67	0.50	0.70	1.00	0.55	0.17	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.17	—	—	10.56
18	—	—	—	—	0.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	10.53
21	—	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0 97	0.07	0.75	1.00	1.00	0.75	—	9.54
22	—	0.92	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.87	1.00	0.50	—	13.88
23	—	0.57	0.33	0.03	0.07	—	—	—	0.03	0.63	0.17	0.12	0.10	—	—	—	—	2.05
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	0.13	—	3.80
25	—	—	0.08	0.37	—	—	0.08	1.00	1.00	0.57	0.27	0.50	0.83	1.00	1.00	0.50	—	7.20
26	—	0.28	0.33	0.63	0.45	0.08	0.13	0.92	0.83	0.83	1.00	1.00	0.70	1.00	0.98	0.13	—	9.29
28	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.87	0.05	—	7.04
29	—	—	—	—	0.25	0.13	—	0.53	0.05	—	0.22	0.10	0.47	—	0.03	—	—	1.78
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.08	0.33	0.08	—	—	—	—	—	0.49
Juin																		
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.13	—	—	—	—	0.13
4	—	–	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	0.87	0.23	0.97	—	2.10
5	—	—	0.53	1.00	0.70	0.97	0.52	0.07	—	—	—	0.25	—	0.08	0.28	0 12	—	4.52
6	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.77	0.17	0.03	—	—	—	—	10.17
7	—	—	—	—	0.05	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	0.38	0.13	—	—	6.75
8	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	—	14.97
9	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	0.17	—	13.94
10	—	—	—	—	—	0.53	0.67	1.00	0.58	1.00	0.97	1.00	1.00	0.50	0.33	0.72	—	8.30
11	—	0.13	0.38	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1 00	1.00	0.25	13.69
12	0.17	1.00	1.00	0.52	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	13.39
13	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.12	—	—	—	—	11.37
15	—	—	—	—	—	0.80	1.00	0.17	0.18	0.52	0.17	0.45	0.83	0.60	1.00	0.22	—	5.94
16	—	0.37	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	14.62
17	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.08	15.33
18	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	15.66
19	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	—	15.22
20	0.25	0.93	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	15.35
21	0.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	1.00	0.17	—	—	—	11.90
22	—	0.08	1.00	0.48	—	—	—	0.33	0.05	1.00	0.30	0.63	0.57	1.00	0.47	—	—	5.91
24	—	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	15.37
25	0 50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	16.10
26	0.05	0.83	0.92	0.80	0.83	0.90	1.00	0.70	0.83	0.27	0.92	0.53	0.28	0.95	1.00	0.45	—	11.26
27	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	0.25	0.07	0.10	0.10	0.25	—	—	—	8.65
28	0.42	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.95	0.98	0.98	0 52	0.33	0,83	0.50	0.80	0.50	0.28	—	12.03

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1906																		
Juin																		
29	0.05	0.50	0.05	0.93	0.47	0.23	0.28	0.75	0.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.42	11.56
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	—	0.05	0.33	—	0.48
Juillet																		
1	—	0.88	0.93	0.97	1.00	0.53	0.27	0.67	0.87	0.60	0.27	0.08	0.23	1.00	0.63	0.33	—	9.26
2	0.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.80	0.92	0.77	0.83	1.00	1.00	1.00	0.60	—	13.88
3	—	—	—	—	0.08	0.87	0.83	0.92	0.92	0.83	0.83	0.33	1.09	1.00	1.00	0.45	—	9.06
4	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.12	0.05	—	—	—	—	9.80
5	—	—	—	—	—	—	0.50	—	0.07	0.25	0.18	0.63	—	—	—	—	—	1.63
6	—	—	—	0.35	0.33	0.58	1.00	1.00	0.80	0.27	0.58	0.42	0.67	1.00	1.00	0 43	—	8.43
7	0.03	0.55	0.15	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	0.82	0.33	—	12.38
8	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	14.67
9	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	—	13.88
10	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1 00	1 00	1.00	1.00	1.00	1 00	1.00	1.00	0.23	—	14.25
11	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.68	1.00	1.00	1.00	0.92	—	14.03
12	—	0.92	0.83	0.42	0.77	1.00	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	1.00	0.47	—	13.07
13	0.05	0.92	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.93	0.45	1.00	0.60	—	—	12.93
14	—	0.83	1.00	1.00	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	—	13.28
15	—	0.33	0.90	1.00	0.75	0.63	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	—	—	—	11.01
16	—	—	0.37	0.15	0.45	0.97	0.98	0.92	0.97	1.00	0.93	1.00	1.00	0.57	0.83	0.83	—	10.97
17	—	0.85	0.75	0.53	0.58	0.55	0.27	—	0.17	0.23	0.75	0.18	1.00	1.00	0.87	0.43	—	8.16
18	—	0.32	—	—	—	0.03	—	0.43	0.08	—	0.50	—	—	—	—	—	—	1.36
19	—	—	—	—	—	—	0.92	1.00	0.57	0.57	0.83	0.80	0.53	1.00	0.12	—	—	6.34
20	—	0.17	0.55	1.00	1.00	0.83	0 80	0.75	1.00	0.82	0.58	0.45	—	—	—	—	—	7.95
21	—	—	0.67	1 00	0.67	0.27	0.50	0.63	0.07	0.02	—	—	—	0.53	0.42	—	—	4.78
22	—	0.83	1.00	0.93	0.45	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.28	0.50	0.72	—	12 71
23	0.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	0.47	0.47	0.98	1.00	0.83	—	13.31
24	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	14.42
25	—	0.55	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	—	12.22
26	—	—	0.10	0.10	0.72	—	—	1.00	0.75	0.77	0.12	0.13	0.17	0.92	1.00	0.33	—	6.11
27	—	—	—	—	0.07	—	—	0.05	0.10	0.20	—	—	—	0.22	0 83	0.33	—	1.80
28	—	0.97	1.00	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.93	0.95	0.45	—	13.52
29	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.47	—	—	0 17	—	11.56
30	—	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	14.57
31	—	0.75	1.00	1.00	1 00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	—	—	12.95
Août																		
1	—	—	0.53	0 83	0.80	0 98	1.00	0.80	0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	11.74
2	—	—	0.17	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.90	0.52	—	—	—	—	—	—	7.49
3	—	—	0.83	1.00	1 00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	0.08	—	12.83
4	—	0.40	0.90	1.00	1.00	1.00	0 60	0.67	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.57
6	—	0.93	1.00	0.93	0.75	0.75	0.95	1.00	1.00	1.00	0.50	1.00	0.15	0.57	—	—	—	10.53
7	—	—	—	0.75	0.63	0.78	0.58	0.80	0.50	0.57	0.05	0.17	0.83	0.75	0.80	0.50	—	7.71
8	—	0.75	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	0.33	0.57	0.18	0.15	0.15	—	0.08	0.07	—	—	7.03
9	—	0.05	—	0.20	0.20	0.83	0.10	—	—	0.18	0.25	0.97	0.80	0.03	0.50	0.12	—	4.23
10	—	0.08	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.03	0.80	0.75	1.00	0.20	0.05	0.85	0.33	—	—	8.69
11	—	0.50	1.00	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	0.95	0.83	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	12.95

Date	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1906																		
Août																		
12	—	0.20	1.00	0.83	1.00	0.92	1.00	0.55	0.17	0.17	0.15	0.55	0.67	0.77	—	—	—	7.98
13	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.37	0.77	0.75	0.47	1.00	0.25	—	11.69
14	—	—	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	1 00	0.53	0.88	0.92	0.80	0.62	1.00	0.10	—	11.60
15	—	0.05	0.75	0.70	0.50	0 67	0.75	1.00	1 00	1.00	0.97	0.83	1.00	1.00	0.97	—	—	11.19
16	—	0.05	0.23	—	—	0.17	1.00	0 75	0.50	1 00	1.00	0.50	0.87	1.00	1.00	0.25	—	8.32
17	—	—	—	—	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	0.73	—	—	—	—	—	—	—	5.48
18	—	—	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	—	—	—	—	—	—	—	6.92
19	—	—	—	—	—	—	—	—	0.17	0.27	0.10	0.60	1.00	0.75	0.50	—	—	3.39
20	—	—	0.15	0.83	1.00	1.00	1.00	0.80	1.00	0.50	0.55	0.03	—	—	—	—	—	6.86
21	—	—	—	—	0.20	1.00	0.97	0.95	1.00	0.87	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.05	—	10.04
22	—	—	0.50	0.25	0.37	1.00	1.00	0.67	0.88	1.00	1.00	0.72	0.75	0.97	0.92	—	—	10.03
23	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50	0.50	0.25	0.25	—	—	—	9.25
24	—	0.25	1.00	1.00	1.00	0.67	1.00	0.23	1.00	0.83	0.03	0.55	0.67	—	0.25	—	—	8.48
25	—	—	—	—	—	—	0.17	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.27
26	—	—	—	—	0.33	0 17	1.00	0.80	0.30	—	0.03	—	0.33	0.33	—	—	—	3.29
27	—	—	0.25	0.55	0.83	0 55	0.50	0.32	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	—	—	8.92
28	—	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.92	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	—	—	12.77
29	—	—	—	—	—	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	—	—	—	—	6.40
30	—	—	—	—	—	—	0.25	0.25	—	0.12	0.47	0.75	0.02	0.10	0.03	—	—	1.99
31	—	—	1.00	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.55	—	—	—	—	10.15
Sept.																		
1	—	—	—	—	0.07	0.93	0.33	0.67	0.43	0.30	—	—	—	—	—	—	—	2.73
2	—	—	0.20	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.75	—	—	—	10.70
3	—	—	—	—	—	0.07	—	—	0.13	—	—	—	—	—	—	—	—	0.20
4	—	—	—	—	—	—	0.02	0.97	1.00	0.47	—	0.10	0.55	—	—	—	—	3.11
6	—	—	—	—	—	—	0.23	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.48
8	—	—	—	0.25	1.00	1.00	0.70	1.00	0.92	0.80	0.30	0.63	—	—	—	—	—	6.60
9	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.08	0.07	0.45	0.33	—	—	—	6.76
10	—	—	—	—	0.83	0.72	0.93	0.25	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	0.48	—	—	—	8.18
11	—	—	—	0.42	1.00	0.70	1.00	0.60	0.55	0.67	0.50	0.17	0.50	—	—	—	—	6.11
12	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.52	—	—	—	10.02
13	—	—	—	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	10.70
14	—	—	—	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	—	—	—	—	—	—	—	6.20
16	—	—	—	—	—	0.02	1.00	1.00	1.00	0.87	0.23	0.08	—	—	—	—	—	4.20
18	—	—	—	—	1.00	1.00	0.77	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	—	—	—	9.27
19	—	—	—	—	0.52	0.07	—	—	—	—	0.13	0.15	0.70	0.28	—	—	—	1.85
20	—	—	—	0.08	1.00	1.00	0.73	0.67	0.68	1.00	1.00	0.83	—	—	—	—	—	6.99
21	—	—	—	—	—	0.53	1.00	0.48	0.10	0.02	0.55	1.00	1.00	0.17	—	—	—	4.85
22	—	—	—	—	0.03	1.00	1.00	0.70	1.00	0.48	0.28	0.32	0.13	—	—	—	—	4.94
23	—	—	—	—	0.83	1.00	1.00	0.03	—	—	—	0.07	—	—	—	—	—	2.93
24	—	—	—	—	0.27	0.70	0.83	0.32	0.30	0.27	0.67	0.33	0.43	0.33	—	—	—	4.45
27	—	—	—	—	—	0.25	0.30	0.67	0.23	—	—	—	—	—	—	—	—	1.45
29	—	—	—	—	0.92	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.97	0.52	0.23	—	—	—	8.61
30	—	—	—	—	—	—	0 83	1.00	0.27	0.10	0.67	0.53	0.25	0.08	—	—	—	3.73

Date	4h m.	5h m.	6h m.	7h m.	8h m.	9h m.	10h m.	11h m	Midi	1h s.	2h s.	3h s.	4h s.	5h s.	6h s.	7h s.	8h s.	Somme
1906																		
Oct.																		
1	—	—	—	0.08	1.00	0.83	1.00	1.00	0.87	1.00	0.95	0.98	0.75	—	—	—	—	8.46
2	—	—	—	—	—	—	—	—	0.47	0.07	0.10	—	—	—	—	—	—	0.64
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	0.05	—	—	—	—	—	—	0.15
4	—	—	—	—	0.75	0.23	1.00	1.00	1.00	0.47	0.40	0.17	—	—	—	—	—	5.02
5	—	—	—	—	0.47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	—	8.22
9	—	—	—	-	0.67	1.00	0.63	—	0.20	—	0.17	0.70	0.28	-	—	—	—	3.65
10	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	—	—	8.50
11	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	—	—	—	—	8.10
12	—	—	—	—	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	—	—	—	—	8.13
13	—	—	—	—	—	0.08	0.07	0.23	—	—	—	0.42	0.08	—	—	—	—	0.88
15	—	—	—	—	0.45	1.00	1.00	1.00	0.67	0.15	—	0.20	0.10	—	—	—	—	4.57
16	—	—	—	—	—	0.47	0.60	0.23	0.27	—	0.03	—	—	—	—	—	—	1.60
17	—	—	—	—	0.33	1.00	1.00	0.50	0.08	0.12	0.50	0.83	—	—	—	—	—	4.36
18	—	—	—	—	0.25	1.00	1.00	1.00	0.50	0 98	0.02	0.25	—	—	—	—	—	5 00
19	—	—	—	—	—	—	0.77	0.63	1.00	0.67	—	—	—	—	—	—	—	3.07
21	—	—	—	—	—	0.83	0.30	—	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	1.18
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.05	0.50	—	—	—	—	—	—	0.55
24	—	—	—	—	0.17	0.30	0.80	0.87	0.98	1.00	1.00	1.00	0.20	—	—	—	—	6.32
25	—	—	—	—	0.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	0.55	—	—	—	—	—	6.75
26	—	—	—	—	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.97	—	—	—	—	—	7.39
27	—	—	—	—	—	0.63	1.00	1.00	1.00	0.97	0.50	—	—	—	—	—	—	5.10
28	—	—	—	—	—	—	—	—	0.88	0.20	—	—	—	—	—	—	—	1.08
29	—	—	—	—	0.37	0.33	—	0.27	0.05	—	—	—	—	—	—	—	—	1.02
Nov.																		
10	—	—	—	—	—	—	0.07	0.33	0.05	0.47	1.00	0.12	—	—	—	—	—	2.04
11	—	—	—	—	0.45	0.02	0.20	0.10	—	—	0.17	0.33	—	—	—	—	—	1.27
12	—	—	—	—	0.12	1.00	1.00	0 67	0.25	—	—	—	—	—	—	—	—	3.04
13	—	—	—	—	—	0.13	0.10	0.03	0.08	—	0.87	0.08	—	—	—	—	—	1.29
14	—	—	—	—	—	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	—	—	—	—	—	—	5.68
20	—	—	—	—	—	—	0.02	0.45	0.92	0.48	0.05	—	—	—	—	—	—	1.92
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.22	—	—	—	—	—	—	—	0.22
25	—	—	—	—	—	—	0.07	0.88	1.00	0.83	0.20	—	—	—	—	—	—	2.98
26	—	—	—	—	—	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	—	—	—	—	—	—	5.16
27	—	—	—	—	—	0.10	0.40	1.00	1.00	0.35	—	—	—	—	—	—	—	2.85
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.70	0.55	—	—	—	—	—	—	1.25
Déc.																		
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	—	0.03
4	—	—	—	—	—	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.58	—	—	—	—	—	—	5.08
6	—	—	—	—	—	—	0.35	0.10	0.83	0.98	0.47	—	—	—	—	—	—	2.73
7	—	—	—	—	—	—	—	0 50	0.50	0.33	—	—	—	—	—	—	—	1.33
12	—	—	—	—	—	—	0.28	0.72	0.10	—	—	—	—	—	—	—	—	1.10
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.03	—	—	—	—	—	—	0.03
26	—	—	—	—	—	—	—	0.27	0.77	0.05	0.07	—	—	—	—	—	—	1.16

Tableau II. — Durée de

Heures de Soleil. Temps

Mois	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m,	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.	Midi
1904									
Juillet	0.1	13.5	19.3	19.1	20.0	21.0	20.9	19.8	17.9
Août	—	2.0	10.3	13.1	15.2	14.2	13.2	14.7	12.7
Septembre	—	—	0.3	4.3	10.4	13.2	16.8	18.6	17.5
Octobre	—	—	—	1.2	8.5	12.9	13.1	13.9	15.2
Novembre	—	—	—	—	0.6	5.2	8.3	8.5	9.3
Décembre	—	—	—	—	—	—	1.7	4.8	1.8
Juillet—Décembre	0.1	15.5	29.9	37.7	54.7	66.5	74.0	80.3	74.4
1905									
Janvier	—	—	—	—	—	1.4	9.2	13.2	13.4
Février	—	—	—	—	0.2	7.4	11.0	13.0	13.4
Mars	—	—	—	0.8	1.7	3.1	3.0	2.8	5.1
Avril	—	—	3.5	9.5	12.7	16.5	16.8	15.0	14.4
Mai	—	8.7	15.1	19.1	21.0	21.5	21.0	20.0	17.5
Juin	2.4	14.1	17.3	18.0	18.2	18.6	19.2	19.8	21.5
Juillet	2.0	13.1	15.0	15.2	15.4	15.7	17.0	17.1	18.1
Août	—	4.6	13.6	13.1	14.8	16.8	16.1	15.4	15.1
Septembre	—	0.2	0.9	2.8	11.9	13.5	13.8	16.1	14.8
Octobre	—	—	—	—	2.3	6.4	7.1	6.2	6.6
Novembre	—	—	—	—	—	1.2	2.6	5.5	6.0
Décembre	—	—	—	—	—	1.5	8.3	9.9	11.9
Année	4.4	40.7	65.4	78.5	98.2	123.6	145.1	154.0	157.8
1906									
Janvier	—	—	—	—	—	1.5	4.7	6.6	7.9
Février	—	—	—	—	—	1.3	2.0	3.0	4.4
Mars	—	—	—	3.1	11.5	15.6	15.5	13.0	10.5
Avril	—	—	1.9	8.7	11.5	13.0	15.2	17.1	18.1
Mai	—	6.2	9.7	11.8	13.8	14.8	15.8	18.6	19.0
Juin	3.7	15.8	17.8	18.7	17.0	18.9	20.1	20.0	19.0
Juillet	0.3	17.7	21.2	21.5	22.9	23.2	24.7	26.0	25.2
Août	—	3.8	15.8	18.8	20.1	22.9	24.5	20.9	21.1
Septembre	—	—	0.2	3.8	12.4	15.0	16.7	15.6	14.6
Octobre	—	—	—	0.1	6.7	13.7	15.2	13.7	14.0
Novembre	—	—	—	—	0.6	2.5	3.9	5.5	5.3
Décembre	—	—	—	—	—	0.5	1.6	2.6	3.2
Année	4.0	43.5	66.6	86.5	116.5	142.9	159.9	162.6	162.3

l'insolation à Stockholm.

de l'Europe centrale.

1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme	S_0	$\frac{R}{S_0}$
16.9	21.1	20.7	17.6	18.0	21.2	13.8	0.6	281.5	548.2	0.513
11.2	12.1	13.0	12.1	13.7	9.7	1.3	—	168.5	478.3	0.352
17.1	18.4	16.5	14.8	7.6	0.1	—	—	155.6	384.2	0.405
15.5	12.7	12.0	3.8	—	—	—	—	108.8	314.4	0.346
8.5	7.3	2.8	—	—	—	—	—	50.5	228.8	0.221
0.9	—	—	—	—	—	—	—	9.2	190.1	0.048
70.1	71.6	65.0	48.3	39.3	31.0	15.1	0.6	774.1	2144.0	0.361
13.2	7.0	1.7	—	—	—	—	—	59.1	212.8	0.278
12.2	10.8	8.4	1.9	—	—	—	—	78.3	255.5	0.306
7.4	8.6	8.8	5.0	1.2	—	—	—	47.5	363.3	0.131
13.0	12.4	11.6	9.9	8.0	1.4	—	—	144.7	433.0	0.334
16.6	17.0	18.6	16.8	14.1	12.1	6.3	—	245.4	523.9	0.468
24.9	26.6	23.3	24.0	22.9	19.5	14.6	1.4	306.3	551.3	0.556
16.2	17.3	17.8	17.7	16.8	17.0	12.3	0.3	244.0	548.7	0.445
16.1	15.7	15.1	13.8	11.7	9.8	2.7	—	194.4	479.0	0.406
15.1	14.8	13.8	8.8	2.7	—	—	—	129.2	385.0	0.335
6.4	6.1	5.4	1.4	—	—	—	—	47.9	315.1	0.152
5.7	3.6	0.3	—	—	—	—	—	24.9	229.4	0.108
10.2	2.6	—	—	—	—	—	—	44.4	190.2	0.233
157.0	142.5	124.8	99.3	77.4	59.8	35.9	1.7	1566.1	4487.2	0.349
7.2	5.4	0.9	—	—	—	—	—	34.2	213.2	0.160
4.7	3.4	3.0	1.5	0.1	—	—	—	23.4	254.9	0.092
10.1	10.5	9.8	7.9	1.7	—	—	—	109.2	362.9	0.301
20.1	19.3	17.7	14.0	8.4	0.6	—	—	165.6	431.6	0.383
20.4	19.1	17.9	18.7	19.5	16.4	3.9	—	225.6	523.5	0.431
19.6	18.5	18.5	17.2	17.6	15.5	14.0	2.8	274.7	551.0	0.499
24.5	23.6	20.9	20.8	22.7	19.3	9.8	—	324.3	549.0	0.591
18.9	16.3	16.7	15.4	14.5	12.7	1.3	—	243.7	479.7	0.508
12.4	10.4	10.2	9.4	4.4	—	—	—	125.1	385.5	0.325
11.8	10.2	10.0	4.3	—	—	—	—	99.7	315.7	0.316
5.0	4.4	0.5	—	—	—	—	—	27.7	229.9	0.120
2.4	1.2	—	—	—	—	—	—	11.5	190.3	0.060
157.1	142.3	126.1	109.2	88.9	64.5	29.0	2.8	1664.7	4487.2	0.371

Tableau III. — Grandeur de

Gramme-calories par cm carré.

Mois	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.
1904								
Juillet	4	647	1122	1229	1400	1556	1587	1524
Août	—	82	551	815	1030	1024	973	1102
Septembre	—	—	41	236	641	893	1171	1328
Octobre	—	—	—	33	331	692	825	912
Novembre	—	—	—	—	13	219	454	491
Décembre	—	—	—	—	—	—	52	218
Juillet—Décembre	4	729	1714	2313	3415	4384	5062	5575
1905								
Janvier	—	—	—	—	—	42	442	705
Février	—	—	—	—	9	346	672	857
Mars	—	—	—	43	110	215	216	211
Avril	—	—	180	612	910	1233	1305	1195
Mai	—	383	915	1291	1522	1653	1647	1604
Juin	82	742	1041	1192	1302	1405	1491	1559
Juillet	73	642	876	978	1077	1164	1293	1319
Août	—	174	726	812	1009	1213	1205	1157
Septembre	—	2	39	154	723	907	964	1154
Octobre	—	—	—	—	89	426	449	398
Novembre	—	—	—	—	—	51	138	306
Décembre	—	—	—	—	—	22	276	450
Année	155	1943	3777	5082	6751	8677	10098	10915
1906								
Janvier	—	—	—	—	—	40	237	362
Février	—	—	—	—	—	54	123	201
Mars	—	—	—	125	685	1058	1124	975
Avril	—	—	106	557	815	1234	1264	1355
Mai	—	262	582	798	1006	1141	1243	1482
Juin	124	837	1074	1237	1213	1430	1557	1577
Juillet	10	858	1235	1391	1602	1721	1878	2011
Août	—	141	839	1167	1367	1655	1808	1562
Septembre	—	—	9	207	745	996	1155	1116
Octobre	—	—	—	3	266	729	829	906
Novembre	—	—	—	—	8	98	201	304
Décembre	—	—	—	—	—	10	76	146
Année	134	2098	3845	5485	7707	10166	11495	11997

l'insolation à Stockholm.

Temps de l'Europe centrale.

Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1388	1298	1595	1520	1213	1145	1192	629	20	19069
958	838	891	934	810	837	461	48	—	11354
1258	1205	1252	1056	829	351	1	—	—	10262
1003	934	719	489	98	—	—	—	—	6036
551	478	321	60	—	—	—	—	—	2587
82	36	—	—	—	—	—	—	—	388
5240	4789	4778	4059	2950	2333	1654	677	20	49696
736	687	350	59	—	—	—	—	—	3021
907	742	674	411	76	—	—	—	—	4694
424	557	629	599	310	61	—	—	—	3375
1156	1033	964	868	690	476	62	—	—	10684
1396	1318	1323	1394	1177	910	675	164	—	17372
1707	1956	2048	1741	1674	1475	1125	644	38	21222
1406	1252	1310	1309	1219	1075	962	570	10	16535
1136	1303	1167	1079	919	705	445	93	—	13143
1070	1065	1020	904	510	119	—	—	—	8631
439	415	347	216	36	—	—	—	—	2815
338	305	140	6	—	—	—	—	—	1284
572	435	69	—	—	—	—	—	—	1824
11287	11068	10041	8586	6611	4821	3269	1471	48	104600
453	404	278	32	—	—	—	—	—	1806
305	322	215	156	66	3	—	—	—	1445
806	753	760	662	480	73	—	—	—	7501
1744	1593	1512	1319	974	488	27	—	—	12988
1522	1627	1487	1345	1317	1256	906	257	—	16231
1508	1535	1428	1382	1202	1134	895	613	69	18815
1954	1888	1791	1538	1436	1446	1089	449	—	22297
1587	1410	1199	1193	1024	879	576	44	—	16451
1051	879	703	655	509	190	—	—	—	8215
924	752	574	415	124	—	—	—	—	5522
299	266	178	9	—	—	—	—	—	1363
128	112	32	—	—	—	—	—	—	504
12281	11541	10157	8706	7132	5469	3493	1363	69	113138

Tableau IV. — Grandeur de la composante

Gramme-calories par cm carré.

Mois	4^h m.	5^h m.	6^h m.	7^h m.	8^h m.	9^h m.	10^h m.	11^h m.
1904								
Juillet	0	129	332	541	776	1016	1043	1170
Août	—	11	133	296	490	585	669	757
Septembre	—	—	1	56	227	395	604	726
Octobre	—	—	—	4	63	189	282	336
Novembre	—	—	—	—	1	29	87	107
Décembre	—	—	—	—	—	—	4	27
Juillet—Décembre	0	140	466	897	1557	2214	2689	3123
1905								
Janvier	—	—	—	—	—	2	58	117
Février	—	—	—	—	1	58	159	239
Mars	—	—	—	7	33	80	89	97
Avril	—	—	38	186	376	657	791	771
Mai	—	77	291	570	845	1066	1174	1207
Juin	10	178	380	576	772	1018	1127	1240
Juillet	6	134	278	436	605	768	947	1013
Août	—	18	170	292	482	699	781	807
Septembre	—	0	6	39	253	392	496	642
Octobre	—	—	—	—	17	99	154	154
Novembre	—	—	—	—	—	7	24	59
Décembre	—	—	—	—	—	1	23	57
Anné	16	407	1163	2106	3384	4847	5823	6403
1906								
Janvier	—	—	—	—	—	2	32	63
Février	—	—	—	—	—	6	28	60
Mars	—	—	—	17	180	366	474	448
Avril	—	—	26	165	315	480	668	837
Mai	—	49	177	340	540	721	865	1108
Juin	15	202	390	599	721	985	1176	1254
Juillet	1	176	390	621	897	1133	1373	1551
Août	—	16	193	421	648	942	1155	1072
Septembre	—	—	1	49	254	427	581	609
Octobre	—	—	—	—	53	194	323	338
Novembre	—	—	—	—	0	14	33	57
Décembre	—	—	—	—	—	0	7	17
Année	16	443	1177	2212	3608	5270	6715	7414

verticale de l'insolation à Stockholm.

Temps de l'Europe centrale.

Midi	1^h s.	2^h s.	3^h s.	4^h s.	5^h s.	6^h s.	7^h s.	8^h s.	Somme
1083	984	1135	962	640	470	344	112	1	10738
675	576	560	513	365	275	103	5	—	6013
703	635	581	393	236	65	0	—	—	4622
374	350	209	106	12	—	—	—	—	1925
123	93	47	4	—	—	—	—	—	491
10	4	—	—	—	—	—	—	—	45
2968	2642	2532	1978	1253	810	447	117	1	23834
129	110	46	4	—	—	—	—	—	466
294	230	156	67	4	—	—	—	—	1208
189	258	264	206	82	10	—	—	—	1315
755	653	550	425	252	116	9	—	—	5579
1064	953	905	835	587	344	174	24	—	10116
1375	1529	1494	1134	922	641	351	126	3	12876
1109	959	938	833	648	447	282	103	3	9509
803	819	719	586	398	217	93	9	—	6893
606	570	483	343	135	21	—	—	—	3986
169	147	99	45	4	—	—	—	—	888
64	50	16	0	—	—	—	—	—	220
74	47	4	—	—	—	—	—	—	206
6631	6325	5674	4478	3032	1796	909	262	6	53262
82	72	38	2	—	—	—	—	—	291
98	102	56	29	5	0	—	—	—	384
385	336	317	222	118	9	—	—	—	2872
911	978	831	614	346	113	4	—	—	6288
1147	1191	1002	795	646	468	219	14	—	9282
1216	1202	1044	902	665	496	283	124	6	11280
1537	1442	1278	980	768	603	320	80	—	13150
1107	954	652	642	445	277	117	5	—	8646
591	469	320	242	140	33	—	—	—	3716
348	260	164	91	17	—	—	—	—	1788
56	42	21	3	—	—	—	—	—	226
22	13	2	—	—	—	—	—	—	61
7500	7061	5725	4522	3150	1999	943	223	6	57984

Tables des matières.

Pag.

1. Introduction 3
2. Durée de l'insolation 4
3. Grandeur de l'insolation 10

Appendice 15
Tableau I. Durée de l'insolation à Stockholm ($\varphi = 59° 19'.6$ de latitude nord, $\lambda = 1^h 12^m 26^s$ de longitude est de Greenwich) 17
Tableau II. Durée de l'insolation à Stockholm 32
Tableau III. Grandeur de l'insolation à Stockholm 34
Tableau IV. Grandeur de la composante verticale de l'insolation à Stockholm 36
Tables des matières 38

Tryckt den 5 september 1907.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 7.

ÜBER ABWEICHEND GEBILDETE BLÄTTER DER ROTBUCHE (FAGUS SILVATICA L.)

VON

A. G. NATHORST

MIT 3 TAFELN

MITGETEILT AM 8. MAI 1907

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE H. LE SOUDIER
174 BOULEVARD S:T GERMAIN

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 7.

ÜBER ABWEICHEND GEBILDETE BLÄTTER DER ROTBUCHE (FAGUS SILVATICA L.)

VON

A. G. NATHORST

MIT 3 TAFELN

MITGETEILT AM 8. MAI 1907

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

Es ist wohl fast jedem eifrigen Forscher jeweilig begegnet, dass eine von ihm gemachte neue Beobachtung oder Entdeckung, deren Veröffentlichung sich verzögert hat, inzwischen von einem anderen gemacht und mitgeteilt wurde. Für die Wissenschaft ist dies gleichgültig, denn für sie ist die Erkenntnis der Tatsache selbst die Hauptfrage, während der Name der Beobachter zurücktritt.

Wenn man dazu findet, dass der andere, der dieselbe Beobachtung später machte, die Sache gut beschreibt, so hat man ja jede Ursache zufrieden zu sein, denn man wird auf solche Weise einer zeitraubenden Arbeit überhoben, was mitunter sehr angenehm sein kann. Anderseits kann es ja geschehen, dass die eigene Beobachtung etwas vollständiger ist oder einige abweichende Verhältnisse mitzuteilen hat, Umstände, die zur Ergänzung der schon beschriebenen Tatsachen mahnen.

Solche Verhältnisse sind es, die mir Veranlassung geben, hier einige Beobachtungen über die nach Frostbeschädigung entwickelten Frühjahrsblätter sowie über die Blätter der Sommertriebe von *Fagus silvatica* L. mitzuteilen, obschon die Tatsachen selbst inzwischen auch von anderer Seite beobachtet und besprochen worden sind. Die Ursache, dass diese Mitteilung erst 27 Jahre nach den ihr zu Grunde liegenden Beobachtungen veröffentlicht wird, ist ganz zufälliger Art. Ich hatte schon 1880 oder 1881 im Manuskript einen kleinen Aufsatz in schwedischer Sprache fertig geschrieben, wollte aber die Anzahl der für denselben ursprünglich bestimmten Tafeln etwas reduzieren. Da ich aber damals durch andere Arbeiten sehr in Anspruch genommen war, legte ich den Aufsatz bei Seite — und so ist er bis jetzt liegen geblieben. Es folgten nämlich meine Reisen nach Spitzbergen 1882 und nach Grönland 1883, dann meine Anstellung als Intendant am Naturhistorischen Reichsmuseum und die Einrichtung der neuen paläobotanischen Abteilung des Museums u. s. w. Und als ich endlich wieder an die *Fagus*-Blätter denken konnte, hatten C. v. Ettingshausen und F. Krasan inzwischen ihre entsprechenden Beobachtungen gemacht und veröffentlicht.

Diese Forscher scheinen aber, wie auch spätere Autoren, übersehen zu haben, dass obschon ich selbst keine Mitteilung über meine Beobachtungen veröffentlicht

hatte, dieselben doch durch Herrn Professor P. ASCHERSON schon 1880 in der Litteratur erwähnt waren. In den Verhandlungen des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg, Jahrg. 22 (1880) liest man nämlich auf pag. 99 wie folgt:

»Herr P. ASCHERSON teilte mit, dass der kürzlich hier anwesende schwedische Landesgeolog, Herr D:r ALFRED NATHORST ihn darauf aufmerksam gemacht habe, dass die in Folge der in diesem Frühjahr so ausgedehnten Frostbeschädigungen an der Rotbuche ausgebildeten Triebe in der Beschaffenheit der Blätter sehr auffällig von den normalen Frühjahrsblättern abweichen. Die hier vorgelegten, dem Vortragenden von Herrn NATHORST mitgeteilten Proben von schwedischen Bäumen liessen folgende Unterschiede erkennnen . . [Diese werden unten besprochen] . . Die Gesamtheit dieser Merkmale erinnert weit mehr an die Blätter mancher Obstgehölze, als an das normale Buchenblatt. Dieselben Unterschiede wurden übrigens auch an hiesigen Exemplaren wahrgenommen. Ebenso konnte die Beobachtung des Herrn NATHORST, dass auch die beim normalen Johannistrieb gebildeten Blätter Unterschiede in derselben Richtung, wenn auch nicht so erheblich zeigen, an Bäumen des hiesigen Botanischen Gartens bestätigt werden, welche unter Erhaltung der Frühjahrsblätter in jetziger Jahreszeit neue Triebe gebildet hatten».

ASCHERSONS Mitteilung wurde von KOEHNE im Botan. Centralblatt für 1881 (Bd. 5. p. 21) folgendermassen referiert:

»Herr A. NATHORST hat beobachtet, dass nach Beschädidung der Rotbuche durch Frost die Blätter der neugebildeten Triebe dieses Baumes von den Frühjahrsblättern in sehr auffallender Weise nach Form, Consistenz und Nervatur abweichen; sie sind kaum als Buchenblätter erkennbar, sondern ähneln eher den Blättern mancher Obstgehölze».

1887 teilte F. KRASAN[1] seine interessanten Beobachtungen über die Blätter der durch Frost beschädigten Exemplare von *Quercus sessiliflora*, die er 1884 und 1886 ausgeführt hatte, mit. Auf diesen Aufsatz folgte am Ende desselben Jahres ein anderer, den derselbe Autor zusammen mit C. v. ETTINGSHAUSEN verfasst hatte.[2] Hier wurden nicht nur die abweichenden Blätter von *Quercus sessiliflora* und *pedunculata*, sondern auch solche von *Fagus silvatica* und *Arbutus Unedo* besprochen. Aus dieser Abhandlung erhellt, dass die beiden Autoren ganz ähnliche Beobachtungen wie ich über *Fagus* gemacht hatten, weshalb ich meine eigenen Observationen hier nur kurz wiederzugeben brauche. KRASAN hatte übrigens schon einen anderen Aufsatz über denselben Gegenstand veröffentlicht,[3] in welchem auch der abweichende Bau der Blätter an den Johannistrieben der Rotbuche hervorgehoben wird. Diesen Aufsatz sowie die von KRASAN zusammen mit v. ETTINGSHAUSEN veröffentlichte Arbeit wurden von R. KELLER in der Zeitschrift »Humboldt» (Nov. 1888) unter dem Titel »Atavistische Erscheinungen im Pflanzenreich» besprochen.

---

[1] F. KRASAN, Über regressive Formerscheinungen bei *Quercus sessiliflora* SM. Sitzber. Akad. Wiss. Wien. Bd 95, Abt. 1. 1887.

[2] C. v. ETTINGSHAUSEN und F. KRASAN, Beiträge zur Erforschung der atavistischen Formen an lebenden Pflanzen. Denkschr. Akad. Wiss. Wien. Bd. 54. Wien 1888.

[3] F. KRASAN, Über continuierliche und sprungweise Variation. ENGLERS Botan. Jahrbücher. 9. 1888.

Beiläufig sei hier bemerkt, dass man am besten tut, sich wenigstens gegen einen Teil der phylogenetischen Schlussfolgerungen der erwähnten Autoren etwas reserviert zu halten, denn es ist — um nur ein einziges Beispiel zu erwähnen — noch nicht endgültig erwiesen, dass *Quercus Johnstrupi* Hr aus den Kreideablagerungen Grönlands wirklich zur Gattung *Quercus* gehört. Es ist also verfrüht einige Schlussfolgerungen aus derselben für die Phylogenie der Gattung *Quercus* ziehen zu wollen.

Endlich hat auch R. Hilbert entsprechende Beobachtungen über *Populus tremula* und *Ficus carica* mitgeteilt.[1] Auch er hat die Ascherson'sche Mitteilung über meine Beobachtungen übersehen, denn es heisst bei ihm: »Krasan machte als erster auf die merkwürdige und auffallende Tatsache aufmerksam, dass zuweilen Nachtfröste, in zweiter Linie auch Insektenfrass, also Ereignisse, die die Blätter der befallenen Pflanzen vorzeitig und im Stadium voller Funktion zerstören, geeignet sind, bei *Quercus sessiliflora* Sm. eine zweite von der normalen meist stark abweichende Belaubung zu verursachen, und dass diese Belaubung starke Anklänge an fossile Eichenarten zeigen». Zu diesem Passus sei nur bemerkt, dass der betreffende Einfluss des Frostes schon vorher von mir beobachtet und von Ascherson in der Literatur erwähnt worden war.

Im Mai 1880, nachdem die Rotbuchen ihre ersten Blätter soeben entfaltet hatten, trafen in Schonen einige scharfe Nachtfröste ein, durch welche die Bäume an mehreren Orten sehr geschädigt wurden. Die schon entwickelten Blätter waren mehr weniger zerstört, und an Plätzen, die dem Frost am meisten ausgesetzt waren, fanden sich sogar eine Anzahl Bäume, die gar keine Blätter mehr hatten. Die Buchenwälder boten deshalb einen sehr traurigen Anblick dar, als ich mich Ende des erwähnten Monats und Anfang Juni in der Gegend von Hör wegen geologischer Kartierungsarbeiten aufhielt.

Als ich aber Anfang August desselben Sommers Schonen nochmals besuchte, waren die Buchenwälder wieder grün, und man konnte den Schaden, den sie gelitten hatten, bei oberflächlicher Betrachtung nicht bemerken. Während einer Reise zwischen Hör und Färingtofta fand ich aber, dass einige Bäume, die offenbar den Verheerungen des Frostes ausgesetzt gewesen waren, nicht Blätter vom normalen *Fagus*-Typus trugen, sondern statt dessen solche von ganz abweichender Form, Konsistenz und Nervatur. Die beschränkte Zeit, die mir damals zu Gebote stand, gestattete leider nicht zu untersuchen, in welchem Umfange die Bäume mit abweichenden Blättern in dieser Gegend vorkamen; als ich aber einige Tage nachher das staatliche landwirtschaftliche Institut Alnarp besuchte, benutzte ich die Gelegenheit, einen von meinem Vater, dem damaligen Direktor des Instituts, Professor Hj. Nathorst seinerzeit angepflanzten jungen Buchenwald in besagter Hinsicht zu untersuchen. Es zeigte sich dabei, dass auch die dortigen Buchen von den Nachtfrösten sehr gelitten hatten, und die neuen Blätter derselben waren sowohl mit Rücksicht auf Form wie Nervatur von den normalen sehr abweichend, und zwar öfters in so hohem Grade, dass man sich

[1] R. Hilbert, Über sprungweise Variation beziehungsweise Atavismus in der Pflanzenwelt. Schriften der physikal.-ökonom. Gesellschaft zu Königsberg in Pr. Bd 42 (1901).

die Möglichkeit einer solchen Abweichung kaum zum voraus hätte vorstellen können. Auch die Konsistenz der Blätter war eine andere wie gewöhnlich, sie waren fester, etwas lederartig, mitunter beinahe an die Blätter von immergrünen Bäumen erinnernd. Und da die normalen Frühjahrsblätter mehrerer Bäume vollständig vernichtet worden waren, so hatte man hier mitunter den eigentümlichen Anblick von ganzen Buchen, die kein einziges normales *Fagus*-Blatt trugen.

Die neuen Blätter (Taf. 2 und 3) waren gewöhnlich mehr langgezogen, eiförmig-lanzettlich oder sogar lanzettlich, ganzrandig, oder mitunter mit unregelmässigen Einbuchtungen am Rande. Vor allem bemerkenswert ist aber die abweichende Nervatur: statt der sonstigen an jeder Seite, gewöhnlich acht, geraden, regelmässig gestellten randläufigen Sekundärnerven, sind diese meistens in geringerer Anzahl vorhanden und unregelmässig gestellt; zwischen den Sekundärnerven erster Ordnung kommen dazu auch solche zweiter Ordnung (»unvollständige Sekundärnerven») vor, die bald den Rand erreichen, bald nicht. Die Randläufigkeit der Sekundärnerven erster Ordnung ist bei weitem nicht so ausgeprägt, ja es kommen sogar Blätter vor (f. *curvinervia* Ett. & Kras.), deren Sekundärnerven bogenläufig sind (Taf. 3, Fig. 2, 3 und teilweise auch Fig. 1). Die geringere Anzahl der Sekundärnerven ist besonders an solchen Blättern auffallend, deren Grösse das Mass der normalen Buchenblätter erheblich überschreitet (Taf. 3, Fig. 1). Dies Exemplar zeigt übrigens, dass die neuen Triebe ausserordentlich kräftig entwickelt sein können, während es auf der anderen Seite Exemplare gibt (Taf. 3, Fig. 4), die infolge der stärkeren Beschädigung, nur sehr kleine Blätter (*f. parvifolia* Ett. & Kras.) entwickeln konnten, die fast an die der antarktischen *Fagus*-Arten erinnern. Im übrigen verweise ich auf die Abbildungen, die besser als die Beschreibung, die hier erwähnten Merkmale zur Anschauung bringen. Auch Ettingshausen & Krasan haben die kleinblättrige Form (l. c., Taf. 4, Fig. 5—8) sowie die Form mit bogenläufigen Sekundärnerven (l. c., Taf. 4, Fig. 3—4) beschrieben, während sie kein Exemplar, das unserer grossblättrigen eigentümlichen Form (Taf. 3, Fig. 1) entspricht, abgebildet haben.

Von den Bäumen, deren erste Frühjahrsblätter von den Nachtfrösten beschädigt oder zerstört waren, wurde nun meine Aufmerksamkeit auf die von denselben nicht beschädigten gelenkt, die ebenfalls bemerkenswerte Verhältnisse aufzuweisen hatten. Es zeigte sich nämlich, dass die Blätter der Sommertriebe (»Johannistriebe») derselben konstant von den Frühjahrsblättern abweichen, und dass diese Abweichung in ähnlicher Richtung wie bei den oben beschriebenen nach den Nachtfrösten neu entwickelten Frühjahrsblättern vor sich geht, obschon der Unterschied allerdings nicht so gross ist. Die Sekundärnerven sind von geringerer Anzahl, unregelmässiger aber kräftiger als bei den normalen Blättern, mit 1—3 relativ kräftigen Tertiärnerven, und sie sind dazu mehr haarig, mit rotbraunen Haaren (Taf. 1, Fig. 1—4). Die Form dieser Sommerblätter ist dazu gewöhnlich mehr rundlich, mitunter den Blättern von *Alnus glutinosa* recht ähnlich, und selten so zugespitzt wie bei den oben beschriebenen. Dieser abweichende Bau der Blätter der Sommertriebe war durchweg an allen den mehreren hundert Bäumen, die ich zusammen mit dem Gärtner des landwirtschaftlichen Instituts, Herrn F. Ulriksen untersuchte, zu sehen,

und die gleiche Beobachtung wurde auch während einer kurz nachher unternommenen Reise nach Deutschland und der Schweiz gemacht: die Sommertriebe der Rotbuche trugen überall Blätter von dem eben beschriebenen Bau, was übrigens auch von VON ETTINGSHAUSEN und KRASAN (l. c.) konstatiert werden konnte.[1] Im Herbar des Naturhistorischen Reichsmuseums zu Stockholm findet sich ein Zweig von *Fagus silvatica f. cristata*, der einen Sommertrieb trägt, dessen Blätter ganz wie die oben beschriebenen gebaut sind. Der Gegensatz zwischen den Frühjahrsblättern und den Sommerblättern tritt hier noch schärfer als in obigen Fällen hervor. Von Herrn ULRIKSEN habe ich seinerzeit einen Zweig eines vom Nachtfrost beschädigten Baumes von *Fagus ferruginea* Ait. erhalten, dessen neuentwickelte Blätter in etwa analoger Weise mit den Blättern der Sommertriebe von *Fagus silvatica* gebaut sind, nur ist die Zahl der Sekundärnerven natürlich etwas grösser (Taf. 1, Fig. 5).

Seit 1880 habe ich beinahe alljährlich Sommertriebe der Rotbuchen untersucht und dabei stets denselben abweichenden Bau ihrer Blätter gefunden.

Dass ich die obigen Tatsachen jetzt veröffentliche, geschieht nicht nur, weil sie die Mitteilungen ASCHERSONS und KRASAN & v. ETTINGSHAUSENS über denselben Gegenstand komplettieren, sondern auch weil die Frage von den Mutationen und von der Entstehung der Arten wieder in den Vordergrund getreten ist. Es kann nämlich unter solchen Umständen jede Tatsache, die mit den Veränderungen der pflanzlichen Organe zusammenhängt, von Bedeutung sein. Ich selbst habe mich aber mit diesen Fragen niemals eingehend genug beschäftigt, um mich in der einen oder anderen Richtung aussprechen zu können. So viel scheint mir jedoch von den oben mitgeteilten Tatsachen gesagt werden zu können, dass sie eine weitere Stütze für die Ansicht gewähren, laut welcher eine bestimmte äussere Einwirkung auf den Organismus ein bestimmtes Resultat herbeiführen muss. Die Blätter der Sommertriebe der Rotbuche sind unter anderen Verhältnissen als die Frühjahrsblätter entstanden, deshalb weichen sie von diesen ab, während sie doch einander ähnlich sind. Die nach der Frostbeschädigung entstandenen Blätter sind auch unter anderen Verhältnissen als die normalen Frühjahrsblätter enstanden, weichen also selbstverständlich auch von diesen ab. Hier sind aber die Verhältnisse komplizierter, denn die Beschädigung der verschiedenen Bäume (resp. Knospen) ist ja sehr verschiedener Art gewesen, man kann also keine allgemeine Übereinstimmung unter den neuen Trieben mit Rücksicht auf ihre Blätter erwarten; hier kommen vielmehr verschiedene Typen vor, über deren gegenseitiges Verhältnis zu einander ich mich nicht äussern kann. Es müssen vielmehr für diesen Zweck eingehendere Untersuchungen in der Natur angestellt werden, auf die ich selbst habe verzichten müssen.

Von besonderer Bedeutung scheint mir der Umstand, dass die Blätter der Sommertriebe mehrere Kennzeichen mit den nach der Frostbeschädigung entwickelten Blättern gemeinsam haben; so z. B. die geringere Zahl der Sekundärnerven, das Vor-

[1] Nur einmal — und zwar 1880 auf der Römerschanze bei Potsdam — glaube ich einen Johannistrieb beobachtet zu haben, dessen Blätter den normalen Bau der Frühjahrsblätter zeigten. Ich bin jedoch nicht ganz sicher, ob es sich in diesem Fall wirklich um einen Johannistrieb gehandelt hat.

kommen von unvollständigen Sekundärnerven zwischen den vollständigen, die kräftigere Entwickelung der Tertiärnerven. Eben dieses konnte man ja auch von vornherein erwarten, denn die äusseren Verhältnisse, unter welchen sich diese abweichenden Formen — die Blätter der Sommertriebe und die nach der Frostbeschädigung entstandenen Blätter — entwickelt haben, waren ja einander ähnlich.

TAFELERKLÄRUNGEN

TAFEL 1

Fagus silvatica L.

Fig. 1. Zweig mit normalen Frühjahrsblättern, an dessen Spitze sich ein Sommertrieb mit abweichenden Blättern entwickelt hatte.
» 2. Ähnlich dem vorigen, aber nur ein normales Blatt ist hier zu sehen.
» 3. Partie eines Sommertriebes mit zwei Blättern.
» 4. Einzelnes Blatt eines Sommertriebes.

Fagus ferruginea Ait.

Fig. 5. Zweige mit nach der Frostbeschädigung entstandenen neuen Blättern.

Sämtliche Exemplare liegen mit der Unterseite nach oben.

Foto. o. Ljustr. J. Cederquist, Sthlm.

TAFEL 2

Fagus silvatica L.

Fig. 1—3. Nach der Frostbeschädigung entstandene neue Triebe mit abweichenden Blättern; 1 von der Oberseite, 2 & 3 von der Unterseite gesehen.
» 4, 5. Einzelne Blätter von den nach der Frostbeschädigung entstandenen neuen Trieben; Blattunterseite.

Foto. o. Ljustr. J. Cederquist, Sthlm.

TAFEL 3

Fagus silvatica L.

Fig. 1. Partie eines nach der Frostbeschädigung entstandenen neuen kräftigen Triebes, mit sehr abweichenden Blättern.
» 2. Einzelnes Blatt von einem ähnlichen Triebe, mit bogenläufigen Nerven (*f. curvinervia* Ett. & Kras.).
» 3. Einzelnes Blatt von einem ähnlichen Triebe.
» 4. Nach der Frostbeschädigung entstandene sehr verkümmerte Blätter (*f. parvifolia* Ett. & Kras.).

Die Exemplare Fig. 1, 2, 4 liegen mit der Unterseite, das Exemplar Fig. 3 liegt mit der Oberseite nach oben.

Tryckt den 5 juli 1907.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Foto. o. Ljustr. J. Cederquist, Sthlm.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 8.

SUR L'ORIGINE

DES

SPECTRES DE BANDES

PAR

V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD

COMMUNIQUÉ LE 8 MAI PAR S. ARRHENIUS ET V. BJERKNES

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 8.

SUR L'ORIGINE

DES

SPECTRES DE BANDES

PAR

V. CARLHEIM-GYLLENSKÖLD

COMMUNIQUÉ LE 8 MAI PAR S. ARRHENIUS ET V. BJERKNES

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907.

PREMIÈRE PARTIE.

ANALOGIES DES SPECTRES DE BANDES ET DES OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES.

1. La grande majorité des théories physiques ne font entrer les atomes dans leurs explications, que comme des corps entiers, indivisibles. Dans la théorie cinétique des gaz, dans la théorie des ions, dans les théories chimiques, c'est toujours à l'atome comme un corps entier et indivisible que le physicien a recours pour l'explication des phénomènes.

Le mécanisme de la luminosité est une des rares exceptions à cette règle, et constitue une véritable brèche par où l'on peut espérer pénétrer pour ainsi dire dans l'intimité de la matière; il mérite, à cause de cela, l'attention des penseurs au plus haut degré.

Pour les spectres dits de bandes, il paraît possible d'indiquer une construction du milieu capable d'expliquer d'une manière satisfaisante toutes les lois connues de la répartition des raies et des bandes, si merveilleusement régulière, et d'en deviner une infinité d'autres.

Occupons-nous d'abord de la théorie.

2. *Introduction.* — On connait depuis longtemps une loi de répartition des raies et des bandes commune à plusieurs spectres de bandes. En général, les raies qui composent une même bande, peuvent être divisées en séries de raies identiques, et telles que, dans chaque série, les intervalles d'une raie à la suivante forment à peu près une progression arithmétique; en sorte que, lorsque ces raies sont exprimées en nombre de vibrations, les raies sont exprimées par la formule:

$$N = A + Bi^2,$$

i prenant successivement les valeurs des nombres entiers.

Or, cette simple loi de distribution s'applique aussi aux bandes d'un même spectre de bandes, et cette extension nouvelle de la loi forme le sujet d'une note par

Deslandres dans les *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 972. En effet, on peut écrire:

$$N = A + Bi^2 + Cj^2,$$

ou plus généralement encore, en faisant intervenir un ensemble de trois nombres entiers i, j, k:

$$N = f(j^2, k^2)i^2 + Bj^2 + \varphi(k^2),$$

i étant le numéro d'ordre de la raie d'une série simple et k celui de la bande, dans le groupe de bandes spécial, dont le numéro d'ordre est désigné par j.

3. *Formation d'une équation différentielle qui admet comme intégrale particulière une fonction périodique où le nombre de vibrations a la valeur* $s = a + bi^2$. — Supposons que le nombre de vibrations est donné exactement par la formule:

$$s = a + bi^2. \tag{1}$$

Il est facile d'indiquer une équation différentielle très simple qui admet comme intégrale particulière une fonction périodique, le nombre de vibrations étant donné par une expression de cette forme.

Soit η une fonction variable, qui pourra être assimilée à une élongation dans l'hypothèse élastique, ou à un potentiel, si l'on admet l'hypothèse des oscillations électriques. Supposons que cette variable dépend du temps t, et d'un paramètre x.

Cela posé, nous écrirons:

$$\eta = \sum A_i e^{\pi\left(i\frac{x}{l} + st\right)\sqrt{-1}}; \tag{2}$$

$\frac{s}{\pi}$ sera le nombre de vibrations, et i un entier quelconque.

En différentiant l'équation (2) on obtient:

$$\begin{cases} \dfrac{d^2\eta}{dx^2} = -\sum A_i \pi^2 \dfrac{i^2}{l^2} e^{\pi\left(i\frac{x}{l} + st\right)\sqrt{-1}}, \\ \dfrac{d^4\eta}{dx^4} = \sum A_i \pi^4 \dfrac{i^4}{l^4} e^{\pi\left(i\frac{x}{l} + st\right)\sqrt{-1}}, \\ \dfrac{d^2\eta}{dt^2} = -\sum A_i \pi^2 s^2 e^{\pi\left(i\frac{x}{l} + st\right)\sqrt{-1}}. \end{cases} \tag{2 bis}$$

Multiplions la première de ces équations par $\pi^4 a^2$, la seconde par $-\pi^2 2ab$, la troisième par $\pi^2 b^2$, et ajoutons-les à la dernière, multipliée par π^2; nous trouverons, en chassant le facteur commun:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + b^2\frac{d^4\eta}{dx^4} - 2ab\frac{d^2\eta}{dx^2} + a^2\eta = -\sum A_i e^{\pi\left(i\frac{x}{l} + st\right)\sqrt{-1}}\{s^2 - i^4b^2 - 2abi^2 - a^2\}. \tag{3}$$

La quantité qui multiplie la fonction exponentielle sous le signe de sommation est:

$$s^2 - (bi^2 + a)^2;$$

si $s=a+bi^2$ la quantité entre crochets devient nulle, et l'équation différentielle (3) prend la forme:

$$\text{(A)} \qquad \frac{d^2\eta}{dt^2}+a^2\eta-2ab\frac{d^2\eta}{dx^2}+b^2\frac{d^4\eta}{dx^4}=0\,.$$

η est donc une solution particulière d'une équation différentielle du 4e ordre.

4. *Analogie avec les oscillations électriques.* — L'équation (A) rappelle par sa forme l'équation dite des télégraphistes, qui représente les variations du potentiel dans un fil qui transmet une perturbation électrique:

$$A\frac{d^2V}{dt^2}+2B\frac{dV}{dt}=C\frac{d^2V}{dx^2}\,.$$

Ici V désigne le potentiel électrostatique, et A, B, C sont des constantes, le premier provenant de la self-induction, le second de la résistance ohmique, et le second membre de la capacité du fil.

On peut, en choisissant convenablement les unités, réduire l'équation à la forme:

$$\text{(1)} \qquad \frac{d^2V}{dt^2}+2\frac{dV}{dt}=\frac{d^2V}{dx^2}\,.$$

Si l'on pose:

$$V=Ue^{-t},$$

l'équation devient

$$\text{(2)} \qquad \frac{d^2U}{dt^2}=\frac{d^2U}{dx^2}+U\,.$$

L'analogie de l'équation (A) avec cette équation est évidente; elle n'en diffère que par la présence d'une dérivée partielle d'ordre supérieur au second.

Admettons pour un instant que l'on réusisse à expliquer, par des hypothèses plausibles, l'addition de la dérivée $\frac{d^4\eta}{dx^4}$ à l'équation du mouvement de l'électricité dans le fil, et cherchons les conséquences de cette hypothèse.

Soit un fil conducteur indéfini, que nous supposerons assez délié pour qu'on puisse l'assimiler à une droite que nous prendrons pour axe des x. Supposons maintenant qu'une cause étrangère quelconque produise dans une portion AB du fil une perturbation, de sorte qu'il se produira dans cette portion du fil un système d'ondes stationnaires. Les points A et B du fil doivent être des nœuds pour le courant; le potentiel doit, par conséquent, y être constant.

Appliquons ce raisonnement à l'intégration de l'équation (A) du numéro précédent, que nous supposons représenter le mouvement de l'électricité dans le fil.

La fonction η intégrée doit être telle, que sa dérivée $\frac{d\eta}{dx}$ s'annulle à toute époque, pour les valeurs des coordonnées qui appartiennent aux points A et B du fil.

Essayons à y satisfaire en posant:

$$\eta = \sum A_i e^{\pi\left(i\frac{x}{l}+st\right)\sqrt{-1}}, \tag{3}$$

d'où

$$\frac{d\eta}{dx} = \sum A_i \pi \frac{i}{l}\sqrt{-1}\, e^{\pi\left(i\frac{x}{l}+st\right)\sqrt{-1}}. \tag{4}$$

Supposons que les points A, B du fil correspondent aux deux points $x=o$, $x=l$. La fonction η devra: 1° vérifier l'équation (A); 2° s'annuler pour $x=o$, $x=l$, quel que soit t; 3° reproduire l'état initial représenté par les deux fonctions données:

$$(\eta)_{t=o} = f(x), \qquad \left(\frac{d\eta}{dt}\right)_{t=o} = F(x).$$

La deuxième condition est évidemment satisfaite par la partie réelle de l'expression (4), puisque l'on a:

$$\sin \pi i \frac{x}{l} = o$$

pour $x=o$, $x=l$.

5. *Cas de plusieurs paramètres.* — Le raisonnement du n° **3** s'applique aussi au cas d'un nombre quelconque de paramètres.

Supposons, pour fixer les idées, que η dépend de deux paramètres:

$$\eta = \sum A_{ij} e^{\pi\left(i\frac{x}{l}+j\frac{y}{l}+st\right)\sqrt{-1}},$$

ou plus simplement

$$\eta = \sum A_{ij} e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}}; \tag{1}$$

ce cas peut du reste être ramené au premier par une simple substitution.

On en tire par différentiation:

$$\left\{\begin{aligned}
\frac{d^2\eta}{dx^2} &= -\sum A_{ij} i^2 e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}},\\
\frac{d^2\eta}{dy^2} &= -\sum A_{ij} j^2 e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}},\\
\frac{d^4\eta}{dx^4} &= \sum A_{ij} i^4 e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}},\\
\frac{d^4\eta}{dx^2 dy^2} &= \sum A_{ij} i^2 j^2 e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}},\\
\frac{d^4\eta}{dy^4} &= \sum A_{ij} j^4 e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}},\\
\frac{d^2\eta}{dt^2} &= -\sum A_{ij} s^2 e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}}.
\end{aligned}\right. \tag{1 bis}$$

Multiplions ces équations, dans l'ordre où nous les avons écrit, avec a^2, $-2ab$, $-2ac$, b^2, $2bc$, c^2, et ajoutons-les à la dernière, nous trouverons:

$$(2)\qquad \frac{d^2\eta}{dt^2}+a^2\eta-2ab\frac{d^2\eta}{dx^2}-2ac\frac{d^2\eta}{dy^2}+b^2\frac{d^4\eta}{dx^4}+2bc\frac{d^4\eta}{dx^2dy^2}+c^2\frac{d^4\eta}{dy^4}=$$

$$=\sum A_{ij}e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}}\{-s^2+a^2+2abi^2+2acj^2+b^2i^4+2bci^2j^2+c^2j^4\}$$

$$=\sum A_{ij}e^{(ix+jy+st)\sqrt{-1}}\{-s^2+(a+bi^2+cj^2)^2\}.$$

Si la condition suivante est remplie:

$$(3)\qquad s=a+bi^2+cj^2,$$

le second membre devient nul. Par conséquent, l'équation différentielle devient:

$$(B)\qquad \frac{d^2\eta}{dt^2}+a^2\eta-2ab\frac{d^2\eta}{dx^2}-2ac\frac{d^2\eta}{dy^2}+b^2\frac{d^4\eta}{dx^4}+2bc\frac{d^4\eta}{dx^2dy^2}+c^2\frac{d^4\eta}{dy^4}=0.$$

C'est une équation analogue à l'équation (A) trouvée dans le cas d'un seul paramètre x. Si le nombre d'oscillations satisfait à la condition (3), η est donc une solution particulière d'une équation différentielle du 4e ordre, et qui contient deux paramètres x, y.

Cette équation représente, par ses principaux termes, les oscillations électriques stationnaires d'une portion rectangulaire d'un plan indéfini; elle doit être intégrée de manière à satisfaire aux conditions aux limites, c'est-à-dire que la fonction η doit s'annuler pour $x=o$, $x=\pi$, quels que soient y, t, pour $y=o$, $y=\pi$, quels que soient x, t; et reproduire l'état initial représenté par les deux fonctions données

$$(\eta)_o=f(x,y),\qquad \left(\frac{d\eta}{dt}\right)_o=F(x,y),$$

l'indice zéro indiquant que l'on fait $t=o$ dans la fonction η et sa dérivée $\frac{d\eta}{dt}$.

La fonction η (1), où le nombre de vibrations a la valeur (3), satisfait à toutes les conditions imposées; elle représente la loi du mouvement de l'électricité d'un plan indéfini, si l'on suppose que ce mouvement est donné par l'équation différentielle (B).

Supposons que le nombre de vibrations soit donné par l'expression

$$(4)\qquad s=a+bi^2+cj^2+dk^2,$$

i, j, k étant des nombres entiers.

Écrivons:

$$(5)\qquad \eta=\sum A_{ijk}e^{(ix+jy+kz+st)\sqrt{-1}}.$$

En appliquant la règle que nous avons appliquée (3) pour la formation de l'équation du mouvement, nous obtenons pour cette équation:

$$(C)\qquad \frac{d^2\eta}{dt^2}+A\eta+B\frac{d^2\eta}{dx^2}+C\frac{d^2\eta}{dy^2}+D\frac{d^2\eta}{dz^2}+E\frac{d^4\eta}{dx^4}+F\frac{d^4\eta}{dy^4}+G\frac{d^4\eta}{dz^4}+H\frac{d^4\eta}{dy^2dz^2}+J\frac{d^4\eta}{dx^2dz^2}+K\frac{d^4\eta}{dx^2dy^2}=0,$$

où

$$A = a^2, \quad B = -2ab, \quad E = b^2, \quad H = 2bc,$$
$$C = -2ac, \quad F = c^2, \quad J = 2bd,$$
$$D = -2ad, \quad G = d^2, \quad K = 2cd.$$

6. *Analogies électromagnétiques.* — La formule (5) du n° précédent, où le nombre de vibrations a la valeur (4), est une solution particulière de l'équation aux différences partielles du quatrième ordre (C).

Cette équation différentielle rappelle une équation différentielle du second ordre étudiée par M. Birkeland dans un Mémoire inséré au tome XXXIV des *Archives de Genève:*

$$\frac{d^2\Psi}{dt^2} + \omega\frac{d\Psi}{dt} = \upsilon^2\Delta\Psi,$$

à l'intégration de laquelle se ramène la solution générale des équations de Maxwell pour un milieu conducteur, homogène et isotrope.

ω et υ^2 sont définies par les équations:

$$\omega = \frac{4\pi c}{\varepsilon}, \qquad \upsilon^2 = \frac{1}{A^2\varepsilon\mu},$$

c désignant la conductibilité du milieu, ε, le coefficient d'induction électrostatique, μ, le coefficient de perméabilité magnétique, $\frac{1}{A}$, la vitesse de la lumière.

On peut transformer cette équation en posant:

$$\Psi = \Phi e^{-\frac{\omega}{2}t};$$

on obtient alors:

$$\frac{d^2\Phi}{dt^2} = \upsilon^2\Delta\Phi + \frac{\omega^2}{4}\Phi,$$

qui rappelle, par sa forme, notre équation (C).

La solution trouvée au n° **5** reproduit, dans certaines conditions spéciales, les vibrations électriques stationnaires d'un parallélipipède infiniment petit, découpé dans un milieu illimité. On suppose alors que le mouvement est donné par l'équation différentielle (C).

7. *Équation généralisée.* — Les considérations qui précèdent rendent compte de la présence des carrés des nombres entiers dans le nombre de vibrations, conformément à la loi de Deslandres.

Or cette formule ne donne qu'une première approximation, et nous avons soupçonné, dès le début de nos recherches, que la formule du nombre d'oscillations devait contenir des termes dépendant des produits de degré pair des nombres entiers. Cette extension de la formule découle immédiatement d'une généralisation de l'équation différentielle qui s'impose naturellement à l'esprit.

En effet, si le nombre de vibrations est donné par:

$$s = a + bi^2 + cj^2 ,$$

l'équation différentielle aura la forme suivante:

$$\text{(B)} \qquad \frac{d^2\eta}{dt^2} = A\eta + B\frac{d^2\eta}{dx^2} + C\frac{d^2\eta}{dy^2} + \text{Termes du } 4^{\text{e}} \text{ ordre.}$$

Mais le second membre de l'équation (B) n'est qu'un cas très particulier d'un polynôme linéaire des dérivées partielles des divers ordres de la fonction inconnue η. En substituant donc, dans le second membre de cette équation, au lieu des termes qui suivent le premier, une fonction homogène du premier degré des dérivées partielles de η d'ordre pair:

$$A\frac{d^2\eta}{dx^2} + B\frac{d^2\eta}{dx\,dy} + C\frac{d^2\eta}{dy^2} + D\frac{d^4\eta}{dx^4} + E\frac{d^4\eta}{dx^3 dy} + \ldots ,$$

on obtiendrait des termes plus généraux dans l'expression du nombre de vibrations:

$$ai^2 + bij + cj^2 + di^4 + ei^3 j + \ldots$$

De même, pour un espace à trois dimensions, l'équation généralisée des ondes stationnaires s'écrira:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} = P ,$$

P étant un polynôme linéaire par rapport aux dérivées partielles d'ordre pair de η par rapport aux x, y, z.

On aura pour intégrale particulière une fonction périodique, où le nombre de vibrations contient les termes:

$$ai^2 + bj^2 + ck^2 + dij + eik + fjk + gi^4 + hi^3 j + \ldots$$

Les calculs confirment cette manière de voir; mais ils montrent que le phénomène n'est pas si simple. En réalité, la formule exacte, obtenue par nos calculs, contient des termes de degré impair, tels que j, $i^2 j$, ijk, ...:

$$\text{(I)} \qquad s = a + bj + cj^2 + dij + ei^2 + fj^3 + gijk + hi^2 j + li^2 k + mj^4 .$$

8. *Difficultés soulevées par les termes de degré impair.* — La méthode d'intégration que nous avons adopté suppose que les seconds membres des équations du mouvement ne contiennent que des dérivées partielles d'ordre pair de η par rapport à x, y, z. La fonction intégrée sera donc une fonction périodique, où le nombre de vibrations est un polynôme contenant les produits de degré pair de i, j, k. Mais comme les résultats des expériences ne sont pas suffisamment bien représentés par une expression de cette forme, on est conduit à modifier cette théorie pour la rendre plus conforme à l'expérience.

Nous allons montrer que la présence des dérivées du second ordre prises une fois par rapport à t et à une des coordonnées, suffit pour rendre compte des termes du premier degré en i que présentent les spectres de bandes.

Considérons une équation différentielle de la forme:

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} + a\frac{d^2\eta}{dt\,dx} + b\eta + c\frac{d^2\eta}{dx^2} + d\frac{d^4\eta}{dx^4} = 0\,. \tag{1}$$

En appliquant la règle que nous avons donné pour la formation d'une intégrale particulière, en posant:

$$\eta = e^{(ix+st)\sqrt{-1}}\,, \tag{2}$$

d'où

$$\frac{d^2\eta}{dt^2} = -s^2.\eta\,, \quad \frac{d^2\eta}{dx^2} = -i^2.\eta\,,$$

$$\frac{d^2\eta}{dt\,dx} = -is.\eta\,, \quad \frac{d^4\eta}{dx^4} = i^4.\eta\,;$$

nous obtenons pour cette intégrale la condition:

$$-s^2 - isa + b - i^2c + i^4d = 0\,. \tag{3}$$

L'équation (1) sera satisfaite si cette condition est remplie, d'où:

$$s = -\frac{ia}{2} \pm \sqrt{\frac{i^2a^2}{4} + b - i^2c + i^4d}\,.$$

Si b est grand par rapport aux autres coefficients a, c, d, la racine positive sera, d'une manière approchée,

$$s = \sqrt{b}\left[1 + \frac{1}{2b}\left(\frac{i^2a^2}{4} - i^2c + i^4d\right)\right] - \frac{ia}{2}\,.$$

Donc, l'hypothèse (1) donne bien lieu à un terme en i dans l'expression du nombre de vibrations. C. Q. F. D.

On demontrerait de même qu'une dérivée partielle du 4e ordre prise une fois par rapport au temps et trois fois par rapport à x, donnerait lieu à un terme en i^3 dans s.

Par conséquent, le polynôme P qui entre dans les équations du mouvement de l'électricité devra contenir des dérivées partielles d'ordre pair prises un nombre impair de fois par rapport au temps et aux coordonnées.

9. *Interprétation des dérivées partielles d'ordre supérieur au second.* — Mais, si la concordance de la formule (I) avec l'expérience justifie l'introduction des dérivées $\frac{d^2\eta}{dx\,dt}$,... et $\frac{d^4\eta}{dx^4}$,... dans les seconds membres des équations du mouvement de l'électri-

cité, aucune considération théorique ne justifiait pas l'introduction de ces dérivées. Nous tenterons de combler cette lacune. Remarquons d'abord que les dérivées partielles d'ordre supérieure $\frac{d\eta}{dx}$, $\frac{d^3\eta}{dx^3}$, ... que nous avons introduites sont susceptibles d'une interprétation physique.

Rappelons que, pour établir l'équation:

$$\frac{d^2\Psi}{dt^2} + \omega \frac{d\Psi}{dt} = v^2 \Delta\Psi,$$

on tient compte des équations fondamentales de la théorie de Maxwell:

$$A\mu \frac{dL}{dt} = \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz};$$

$$A\varepsilon \frac{dX}{dt} = \frac{dM}{dz} - \frac{dN}{dy} - 4\pi A u;$$

et quatre autres qu'on déduira facilement des précédentes par permutation. X, Y, Z désignent les composantes de la force électrique, L, M, N, celles de la force magnétique, ε, le coefficient d'induction électrostatique, μ, le coefficient de perméabilité magnétique; quant à A, c'est l'inverse de la vitesse de la lumière.

Or en écrivant ces relations, on a fait des hypothèses sur lesquelles il faut appeler l'attention.

Considérons d'abord le premier groupe précédent d'équations, qui sont une transformation de l'équation:

$$\int (X dx + Y dy + Z dz) = A \frac{dF}{dt},$$

F désignant le flux d'induction qui traverse une surface fermée.

Dans cette formule il faut admettre que la force électromotrice est proportionnelle à la force électrique qui s'exercerait sur un petit conducteur chargé, placé au point considéré.

Or il se peut que la force électromotrice dépende aussi de la force électrique dans le voisinage du point considéré, si les quantités de l'ordre du rayon d'activité des atomes électriques ne sont pas négligeables à côté des ondes électromagnétiques. Nous considérons alors le milieu électrique comme formé d'atomes électriques séparés les uns des autres; c'est-à-dire que nous admettons la discontinuité de l'électricité.

C'est une hypothèse analogue qui a conduit Helmholtz à sa théorie de la dispersion dont on connait l'accord avec l'expérience; Hertz a indiqué que ce cas constitue une exception où il faut plusieurs vecteurs pour définir l'état du milieu, et il n'est pas évident qu'ils ne dépendent que de L, M, N, X, Y, Z.

Nous admettrons que la force électromotrice dépende de la force électrique au point considéré et de ses dérivées. Cela posé, on aurait au lieu de Z:

$$Z + \left(\text{une fonction de } Z, \frac{dZ}{dx}, \frac{dZ}{dy}, \cdots \frac{d^2Z}{dx^2}, \cdots\right);$$

Les équations du champ magnétique contiendront alors des termes d'ordre supérieur:

$$A\mu\frac{dL}{dt} = \frac{dZ}{dy} - \frac{dY}{dz} + \left(\text{Fonction de } \frac{dZ}{dy}, \frac{d^2Z}{dydx}, \cdots \frac{dY}{dz}, \frac{d^2Y}{dzdx} \cdots\right).$$

La même remarque s'applique au second groupe d'équations fondamentales.

On obtiendrait donc dans l'équation du mouvement de l'électricité, au lieu du paramètre différentiel $\Delta\Psi$, une fonction homogène plus générale P, linéaire par rapport aux dérivées partielles successives de Ψ:

$$P = \Delta\Psi + \Delta'\Psi,$$

en désignant par $\Delta'\Psi$ l'ensemble des termes contenant des dérivées d'un ordre supérieur au second.

Quand le corps électrique est isotrope, ou a un centre de symétrie, les équations du mouvement de l'électricité ne doivent pas changer, quand on change à la fois les signes de η, x, y, z. Les équations du mouvement ne contiendront alors que des dérivées partielles d'ordre pair de η par rapport à x, y, z.

Or, si nous admettons que le corps est anisotrope ou s'il ne possède pas de centre de symétrie, les équations peuvent contenir des dérivées partielles de η d'ordre impair par rapport à x, y, z.

10. *Explication des termes de degré impair dans le nombre de vibrations.* — Nous rendons compte, par les considérations du n° **8**, de l'existence des termes de degré impair dans le nombre de vibrations. Mais il s'agit d'expliquer comment s'introduisent dans les équations les dérivées de la forme $\frac{d^2\eta}{dx\,dt}, \cdots \frac{d^4\eta}{dx^3dt}, \cdots$

Dans notre analyse nous avons admis seulement une sorte de matière électrisée. Si, au lieu d'un seul milieu, nous en admettons deux, l'analyse nous expliquera la présence du terme en $\frac{d^2\eta}{dx\,dt}$.

Supposons en effet qu'il y ait deux milieux électrisés qui se pénètrent mutuellement: l'un conducteur, sera confondu avec les molécules matérielles; l'autre, non conducteur, avec l'éther.

Nous allons écrire les équations du mouvement de l'électricité dans les deux milieux, en nous plaçant dans les conditions très spéciales du fil indéfini rectiligne.

Rappelons d'abord l'équation des ondes électromagnétiques se propageant dans un fil indéfini, dont nous prenons l'axe pour axe des z.

Nous avons deux équations:

$$A\frac{dV}{dt} + \frac{dH}{dz} = 0, \tag{1}$$

$$A\frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dz} = \beta H, \tag{2}$$

où V est le potentiel électrostatique, H, le potentiel vecteur de Maxwell. En les différentiant respectivement, la première par rapport à t et la deuxième par rapport à z, on en déduit:

$$\frac{d^2V}{dz^2} = A^2 \frac{d^2V}{dt^2} - A\beta \frac{dV}{dt}.$$

C'est l'équation des télégraphistes déjà rappelée au n° 4.

Dans le cas de deux milieux qui se pénètrent mutuellement, les équations seraient d'une forme un peu plus compliquée que celles-ci, parce qu'il faudrait tenir compte de l'induction mutuelle des milieux.

Écrivons les équations du mouvement de l'électricité pour le milieu matériel.

La première équation (1) est une conséquence de l'équation de continuité et par conséquent subsiste; mais, dans le cas présent, il nous faut tenir compte, dans l'équation (2), de la force électromotrice d'induction due au second milieu, et cette dernière équation est remplacée par la suivante:

$$A \frac{dH}{dt} + D \frac{dH_1}{dt} + \frac{dV}{dz} = \beta H. \tag{3}$$

Nous désignons par V_1, H_1 le potentiel électrostatique et le potentiel vecteur de Maxwell pour le second milieu.

Le second terme du premier membre dépend de l'induction mutuelle des milieux.

En différentiant les équations (1), (3), la première par rapport à t, la seconde par rapport à z, on en déduit:

$$\frac{d^2V}{dz^2} = A^2 \frac{d^2V}{dt^2} + AD \frac{d^2V_1}{dt^2} - A\beta \frac{dV}{dt}. \tag{4}$$

L'équation du mouvement de l'électricité dans l'autre milieu sera:

$$\frac{d^2V_1}{dz_1^2} = A_1^2 \frac{d^2V_1}{dt^2} + A_1 D \frac{d^2V}{dt^2} - A_1 \beta_1 \frac{dV_1}{dt}. \tag{5}$$

Supposons que dans le deuxième milieu, l'énergie absorbée par la résistance soit négligeable, ou que l'on ait $\beta_1 = 0$. Alors, on peut, en choisissant convenablement les unités, réduire les équations à la forme:

$$\frac{d^2V}{dt^2} + \frac{d^2V_1}{dt^2} + 2\frac{dV}{dt} = \frac{d^2V}{dz^2}, \tag{6}$$

$$\frac{d^2V_1}{dt^2} + \frac{d^2V}{dt^2} = \frac{d^2V_1}{dz_1^2}. \tag{7}$$

C'est un système de deux équations de deux inconnues, qui contient une dérivée partielle du premier ordre $\frac{dV}{dt}$.

Si l'on pose :

$$V = Ue^{-t}, \qquad V_1 = U_1 e^{-t},$$

la seconde équation transformée contiendra toujours une dérivée partielle du premier ordre $\frac{dU_1}{dt}$.

Faisons maintenant la même supposition que plus haut (n° **9**), qu'il faut substituer à V une fonction contenant V et ses dérivées. Nos équations contiendront alors des termes en $\frac{d^2V}{dzdt}$, $\frac{d^4V}{dz^3dt}$, etc. Cherchons à vérifier ces équations en posant:

$$V = Ae^{(iz+st)\sqrt{-1}},$$
$$V_1 = A_1 e^{(iz+st)\sqrt{-1}}.$$

Nous trouverons que les équations qui déterminent s en fonction de i contiendront des termes en is, i^3s, etc. La présence des termes de degré impair en i dans le nombre de vibrations se trouve ainsi expliquée.

Je n'insisterai pas davantage sur les questions de détail. Ce serait très prématuré. J'ai voulu seulement, par cette discussion, montrer qu'il est possible d'expliquer l'introduction de toutes les dérivées, sans faire aucunes hypothèses accessoires, qui ne rentrent pas dans le cadre général des idées modernes.

11. *Conclusion.* — Dans ce qui précède nous n'avons pas donné nos formules comme donnant une explication électromagnétique des spectres de bandes, mais seulement pour faire voir qu'ils peuvent être expliqués par une équation qui semble de nature à pouvoir se déduire de quelque hypothèse plausible. En attendant que cette hypothèse soit formulée d'une manière précise, nous nous sommes formé un modèle de ce qui est contenu dans les formules.

Nous avons vu qu'une portion découpée d'un fil rectiligne indéfini est susceptible d'une infinité de vibrations dont les périodes obéissent à des lois analogues à celles des raies d'une même série dans les spectres de bandes.

L'extension à l'espace à trois dimensions conduit à des résultats analogues; l'intégrale est une fonction périodique, où le nombre de vibrations a une valeur qui rappelle la formule de Deslandres, mais contient plusieurs termes accessoires que l'expérience n'avait pas encore révélés.

La comparaison des valeurs de s calculées par cette formule avec les valeurs trouvées par l'expérience, dans un cas des mieux étudiés, va nous montrer qu'il y a une concordance satisfaisante pour toutes les radiations du spectre.

DEUXIÈME PARTIE.

APPLICATION DES FORMULES PRÉCÉDENTES AUX OBSERVATIONS.

1. *Choix du spectre étudié.* — Nous avons choisi, pour appliquer les formules précédentes à un exemple, le spectre d'absorption de l'oxygène, parce que ce spectre a été étudié avec un soin scrupuleux par Rowland et ses successeurs, avec tous les raffinements de la physique expérimentale moderne.

Le spectre consiste en 267 raies, disposées en cinq bandes, désignées habituellement par les lettres de Fraunhofer, A, B, α, et les deux autres plus réfrangibles, par α' et α''. Chacune des bandes consiste en deux séries de doublets au moins, désignées par les auteurs anglais par »heads», et »tails», ou »trains». La première bande seule, qui paraît un peu plus compliquée que les autres, présente encore des groupes secondaires (»sub-groups in the head of Great A», ou »secondary train of Great A» de Higgs).

Chacune des 26 séries de raies du spectre offre cette particularité que les nombres d'oscillations sont exprimés par la formule:

$$N = A + Bi + Ci^2, \tag{1}$$

A, B, C, désignant des constantes, et i un nombre entier.

Quelques mots des notations qui seront employées dans ce qui suit.

Nous désignerons par des indices supérieurs les coefficients qui se rapportent aux différentes bandes, prises dans l'ordre de nombres de vibrations croissants. Nous désignerons de plus par des indices 1 et 2 placés au bas de la lettre les deux groupes différents de chaque bande, et nous marquerons encore par un 1 ou 2, placé après la précédente les séries des premières et des secondes raies dans chaque doublet. Enfin nous désignerons par les mêmes lettres affectées d'un ou de deux accents les coefficients analogues se rapportant aux groupes secondaires ou ternaires de la première bande. Ainsi $A^{(1)}_{1.2}$ désignera le coefficient constant du premier groupe (»head») de la première bande; mais ce nombre se rapportera à la raie la plus réfrangible des doublets; et ainsi des autres.

Nous avons réuni dans le Tableau I mis à la fin de cette section les observations dont nous aurons à tirer parti, d'après la discussion de M. Lester dans le XXième Volume de *l'Astrophysical Journal.* Seulement les groupes secondaires dans la tête de grande A, qui ne sont pas données par M. Lester, sont d'après les mesures de M. Higgs, publiés dans le Vol. LIV des *Proceedings* de la Société Royale de Londres. [1]

L'échelle adoptée pour les recherches théoriques est celle des nombres de vibrations. J'entends par nombre de vibration l'inverse de la longueur d'onde dans le vide; l'unité de temps est alors le temps mis par la lumière à traverser une longueur de 1 centimètre.

Pour épargner au lecteur la peine de cette transformation, j'ai donné, dans le Tableau I, les raies à la fois en longueurs d'onde et en nombres de vibrations.

On trouvera à la fin de cette section une table donnant les réductions au vide pour les diverses valeurs de λ. Cette table est très commode pour l'interpolation; elle a été calculée en se servant des mesures de la dispersion atmosphérique de M. Kayser, qu'on trouvera publiées dans les Mémoires de l'Académie de Berlin pour 1893.

2. *Formules propres à représenter les nombres d'oscillations des raies de chaque série du spectre.* — Nous avons donc avant tout à établir les formules propres à représenter les raies de chaque série du spectre considérée à part.

Pour la détermination des coefficients on aura recours à la méthode des moindres carrés.

Le calcul des coefficients des inconnues dans les équations finales se simplifie, puisque les coefficients qui entrent dans les équations de condition sont des nombres entiers formant une suite continue.

Si A_0, B_0, C_0 désignent des valeurs approchées des inconnues, qu'on peut toujours déduire facilement des observations, et si x, y, z désignent les corrections à appliquer aux inconnues A_0, B_0, C_0, les diverses observations donneront des équations de la forme:

$$x + iy + i^2z + n = 0,$$

dans lesquelles n est la différence entre la valeur calculée et la valeur observée de la fonction N de ces inconnues.

En désignant, pour abréger, la somme des puissances $\nu^{\text{ièmes}}$ de tous les nombres entiers depuis $i=1$ jusqu'à $i=m$ par $[i^\nu]$, et ainsi de même des produits in, i^2n, et le nombre des observations par m; nous aurons les équations finales:

$$\begin{aligned} mx + [i]\,y + [i^2]z + [n] &= 0, \\ [i]x + [i^2]y + [i^3]z + [in] &= 0, \\ [i^2]x + [i^3]y + [i^4]z + [i^2n] &= 0. \end{aligned}$$

[1] Dans le groupement des raies en séries je me sépare un peu de ces auteurs. M. Lester compte les raies 7618.57 et 7619.51 parmi les raies du groupe secondaire de A (»secondary train of Great A»); je les attribue à la tête de la bande. — La raie 6881.80, et les raies moins réfrangibles, formant suite à la bande B, sont rapprochées par nous du premier groupe ou tête de la bande; la même remarque s'applique à la raie 6286.09 dans α, et aux autres raies moins réfrangibles que celle-ci. — Ajoutons que nous avons trouvé assez difficile de ranger en série les raies du 1er groupe ou tête de la bande α''.

Si les premiers nombres font défaut dans la suite des nombres entiers i, les sommes mises entre crochets doivent être modifiées d'une manière qui n'a pas besoin d'être expliquée.

On trouvera à la fin de ce Mémoire une Table donnant la somme des puissances ν des m premiers nombres entiers, depuis $m = 1$ jusqu'à $m = 100$, et pour $\nu = 1, 2, 3, 4$.

Les formules suivantes servirons de contrôle:

$$1 + 2 + 3 + \cdots + m = \frac{m(m+1)}{2},$$

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \cdots + m^2 = \frac{m(m+1)(2m+1)}{6},$$

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \cdots + m^3 = \frac{m^2(m+1)^2}{4},$$

$$1^4 + 2^4 + 3^4 + \cdots + m^4 = \frac{m(m+1)(2m+1)(3m^2+3m-1)}{30}.$$

Le calcul direct des coefficients, tel que nous l'avons d'abord effectué a donné les résultats qu'on trouvera dans le tableau p. 18—19.

Une comparison détaillée entre les valeurs calculées de N et les valeurs observées est donnée dans une Addition à la suite du présent chapitre (Tableau IV.) On a, pour abréger, supprimé les colonnes comprenant les nombres d'oscillations observés et calculés. On retrouvera aisément ces dernières, si on le désire, en faisant la somme des N_o (Tableau I, troisième colonne) et $N_c - N_o$.

L'erreur probable d'une observation isolée de λ pour chacune des bandes est indiquée dans le tableau suivant:

Série	Erreur probable de λ	Série	Erreur probable de λ	Série	Erreur probable de λ	Série	Erreur probable de λ
$\lambda_{1.1}^{(1)}$	0.0081	$\lambda_{2.1}^{(1)}$	0.0205	$\lambda_{1.2}^{(2)}$	0.0116	$\lambda_{2.2}^{(2)}$	0.0093
$\lambda_{1.2}^{(1)}$	0.0100	$\lambda_{2.2}^{(1)}$	0.0192	$\lambda_{1.1}^{(3)}$	0.0057	$\lambda_{2.1}^{(3)}$	0.0068
$\lambda_{1.1}^{\prime(1)}$	0.0153	$\lambda_{2.1}^{\prime(1)}$	0 0119	$\lambda_{1.2}^{(3)}$	0.0134	$\lambda_{2.2}^{(3)}$	0.0068
$\lambda_{1.2}^{\prime(1)}$	0.0158	$\lambda_{2.2}^{\prime(1)}$	0.0045	$\lambda_{1.1}^{(4)}$	0.0099	$\lambda_{2.1}^{(4)}$	0.0072
$\lambda_{1.1}^{\prime\prime(1)}$	»	»	»	$\lambda_{1.2}^{(4)}$	0.0054	$\lambda_{2.2}^{(4)}$	0.0061
$\lambda_{1.2}^{\prime\prime(1)}$	0.0263	»	»	$\lambda_{1.1}^{(5)}$	0.0516	$\lambda_{2.1}^{(5)}$	0.0047
$\lambda_{1.1}^{(2)}$	0.0102	$\lambda_{2.1}^{(2)}$	0.0062	$\lambda_{1.2}^{(5)}$	0.0040	$\lambda_{2.2}^{(5)}$	0.0120

M. Lester indique les erreurs de λ comme non supérieures à 0.02 ou 0.03 pour la première bande, au plus 0.01 pour la seconde et la troisième, environ 0.02 pour la quatrième, 0.05 pour la cinquième. (»No attempt has been made to measure most of the lines of this group nearer than to the nearest half-tenth.» [Lester, *Astrophysical Journal*, Vol. XX, p. 87.])

	$A^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$B^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$C^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable
$A^{(1)}_{1.1}$	13164.891	0.01300	$B^{(1)}_{1.1}$	+ 0.05636	0.003987	$C^{(1)}_{1.1}$	— 0.192923	0.0002586
$A^{(1)}_{1.2}$	13162.638	0.01599	$B^{(1)}_{1.2}$	+ 0.09001	0.004905	$C^{(1)}_{1.2}$	— 0.193580	0.0003181
$A'^{(1)}_{1.1}$	13164.973	0.09794	$B'^{(1)}_{1.1}$	— 0.20222	0.021889	$C'^{(1)}_{1.1}$	— 0.178677	0.0011421
$A'^{(1)}_{1.2}$	13162.815	0.12037	$B'^{(1)}_{1.2}$	— 0.17527	0.028249	$C'^{(1)}_{1.2}$	— 0.179651	0.0015573
$A''^{(1)}_{1.1}$	»	»	$B''^{(1)}_{1.1}$	»	»	$C''^{(1)}_{1.1}$	»	»
$A''^{(1)}_{1.2}$	13163.055	1.62042	$B''^{(1)}_{1.2}$	— 0.11000	0.272675	$C''^{(1)}_{1.2}$	— 0.188750	0.0113459
$A^{(2)}_{1.1}$	14557.569	0.01655	$B^{(2)}_{1.1}$	+ 0.14440	0.005504	$C^{(2)}_{1.1}$	— 0.265165	0.0003345
$A^{(2)}_{1.2}$	14555.453	0.02171	$B^{(2)}_{1.2}$	+ 0.14784	0.006245	$C^{(2)}_{1.2}$	— 0.263638	0.0003795
$A^{(3)}_{1.1}$	15927.331	0.01096	$B^{(3)}_{1.1}$	— 0.22035	0.005096	$C^{(3)}_{1.1}$	— 0.340382	0.0004908
$A^{(3)}_{1.2}$	15925.209	0.02660	$B^{(3)}_{1.2}$	— 0.17281	0.013767	$C^{(3)}_{1.2}$	— 0.342630	0.0014726
$A^{(4)}_{1.1}$	17271.846	0.05262	$B^{(4)}_{1.1}$	— 0.03222	0.034426	$C^{(4)}_{1.1}$	— 0.388660	0.0048701
$A^{(4)}_{1.2}$	17269.836	0.02865	$B^{(4)}_{1.2}$	— 0.01743	0.018748	$C^{(4)}_{1.2}$	— 0.388571	0.0026219
$A^{(5)}_{1.1}$	18588.367	0.38205	$B^{(5)}_{1.1}$	— 0.18123	0.291180	$C^{(5)}_{1.1}$	— 0.394963	0.0476067
$A^{(5)}_{1.2}$	18585.127	0.03863	$B^{(5)}_{1.2}$	— 0.44040	0.035238	$C^{(5)}_{1.2}$	— 0.492500	0.0069377

Les observations sont donc représentées d'un manière suffisante par les formules à trois termes, et il n'y a pas lieu d'introduire des termes en puissances supérieures de i.

3. *Relations entre les coefficients.* — Il existe certaines relations numériques simples entre les coefficients que nous aurons à signaler. Ce qui rend cette tâche extrêmement délicate, c'est qu'elles dépendent de quantités très petites qui souffrent beaucoup de l'influence fâcheuse des petites erreurs d'observation.

La marche que nous avons suivie pour établir les formules consiste en une méthode d'approximation, en supposant rigoureuses, à chaque pas, les relations numériques qu'on a vu se décéler, l'une après l'autre, dans un désordre apparent.

En raison de l'importance et la délicatesse du sujet, nous donnerons à ces calculs un soin particulier. Pour laisser au lecteur le jugement des résultats acquis, nous allons exposer nos calculs avec tout le détail nécessaire.

4. *Relation entre les coefficients* $A^{(j)}_{m.p}$. — On voit à l'inspection des nombres donnés que les différences entre les termes constants des deux séries de raies appartenant à un même doublet, est à peu près la même pour toutes les bandes. Voici, en effet, la différence entre ces deux coefficients, avec l'erreur probable de cette différence:

	$A^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$B^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$C^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable
$A^{(1)}_{2.1}$	13165.639	0.21880	$B^{(1)}_{2.1}$	+ 0.10852	0.017662	$C^{(1)}_{2.1}$	— 0.186269	0.0003450
$A^{(1)}_{2.2}$	13163.226	0.16807	$B^{(1)}_{2.2}$	+ 0.12258	0.013901	$C^{(1)}_{2.2}$	— 0.185996	0.0002767
$A'^{(1)}_{2.1}$	13166.387	0.56731	$B'^{(1)}_{2.1}$	+ 0.33783	0.052089	$C'^{(1)}_{2.1}$	— 0.173526	0.0011823
$A'^{(1)}_{2.2}$	13161.941	0.34262	$B'^{(1)}_{2.2}$	+ 0.53903	0.030702	$C'^{(1)}_{2.2}$	— 0.177405	0.0006818
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
$A^{(2)}_{2.1}$	14558.734	0.08682	$B^{(2)}_{2.1}$	+ 0.21677	0.009095	$C^{(2)}_{2.1}$	— 0.256087	0.0002343
$A^{(2)}_{2.2}$	14556.113	0.10304	$B^{(2)}_{2.2}$	+ 0.26909	0.011229	$C^{(2)}_{2.2}$	— 0.256763	0.0002941
$A^{(3)}_{2.1}$	15927.537	0.08352	$B^{(3)}_{2.1}$	+ 0.06656	0.010555	$C^{(3)}_{2.1}$	— 0.332809	0.0003176
$A^{(3)}_{2.2}$	15925.197	0.06468	$B^{(3)}_{2.2}$	+ 0.09945	0.008485	$C^{(3)}_{2.2}$	— 0.333055	0.0002633
$A^{(4)}_{2.1}$	17271.354	0.16215	$B^{(4)}_{2.1}$	— 0.21726	0.027875	$C^{(4)}_{2.1}$	— 0.410229	0.0011566
$A^{(4)}_{2.2}$	17268.962	0.09858	$B^{(4)}_{2.2}$	— 0.15964	0.017875	$C^{(4)}_{2.2}$	— 0.411154	0.0007725
$A^{(5)}_{2.1}$	18582.655	0.26704	$B^{(5)}_{2.1}$	+ 0.10258	0.068265	$C^{(5)}_{2.1}$	— 0.549537	0.0042545
$A^{(5)}_{2.2}$	18581.901	0.36829	$B^{(5)}_{2.2}$	— 0.25746	0.101333	$C^{(5)}_{2.2}$	— 0.524555	0.0067233

	Différence	Erreur probable		Différence	Erreur probable
$A^{(1)}_{1.1} - A^{(1)}_{1.2}$	2.253	0.02061	$A^{(1)}_{2.1} - A^{(1)}_{2.2}$	2.413	0.27590
$A^{(2)}_{1.1} - A^{(2)}_{1.2}$	2.116	0.02730	$A^{(2)}_{2.1} - A^{(2)}_{2.2}$	2.621	0.13477
$A^{(3)}_{1.1} - A^{(3)}_{1.2}$	2.122	0.02877	$A^{(3)}_{2.1} - A^{(3)}_{2.2}$	2.340	0.10564
$A^{(4)}_{1.1} - A^{(4)}_{1.2}$	2.010	0.05991	$A^{(4)}_{2.1} - A^{(4)}_{2.2}$	2.392	0.18976
$A^{(5)}_{1.1} - A^{(5)}_{1.2}$	3.240 ?	0.38400	$A^{(5)}_{2.1} - A^{(5)}_{2.2}$	0.754 ?	0.45490
$A'^{(1)}_{1.1} - A'^{(1)}_{1.2}$	2.158	0.15518	$A'^{(1)}_{2.1} - A'^{(1)}_{2.2}$	4.446 ?	0.66273

La valeur moyenne de toutes ces valeurs, eu égard aux poids, est:

$$2.184,$$

et l'erreur probable de cette quantité:

$$0.02380.$$

Si l'on voudrait se borner aux trois premières déterminations qui sont les plus exactes, on aurait le même résultat à un millième près.

Nous poserons désormais:

(I) $$A^{(j)}_{1.1} - A^{(j)}_{1.2} = A^{(j)}_{2.1} - A^{(j)}_{2.2} = \nu\,,$$

ν étant une constante dont la valeur numérique est $\nu = 2.184$,

Cela posé, on profitera des deux valeurs du bord des séries de raies données plus haut, pour calculer le terme constant qui correspond au milieu des doublets.

(A)

	$A_1^{(j)}$	Erreur probable		$A_2^{(j)}$	Erreur probable
$A_1^{(1)}$	13163.769	0.02309	$A_2^{(1)}$	13164.403	0.07464
$A'^{(1)}_1$	13163.897	0.00928	$A'^{(1)}_2$	13163.638	0.67526
$A''^{(1)}_1$	13164.147	1.62050	»	»	»
$A_1^{(2)}$	14556.504	0.02251	$A_2^{(2)}$	14557.461	0.14530
$A_1^{(3)}$	15926.254	0.01774	$A_2^{(3)}$	15926.348	0.05102
$A_1^{(4)}$	17270.885	0.05072	$A_2^{(4)}$	17270.111	0.06240
$A_1^{(5)}$	18586.231	0.07448	$A_2^{(5)}$	18582.056 ?	0.45844

Un réserve doit être faite sur les erreurs probables calculées d'après la méthode des moindres carrés, qui, à la rigueur, ne s'applique qu'à un nombre d'observations assez grand.

Nous aurons à nous servir des poids dans les calculs qui vont suivre, et nous supposerons que les valeurs relatives des poids dont il convient d'affecter les diverses valeurs d'un même coefficient, sont inversement proportionnelles aux carrés des erreurs probables. Mais il est important de remarquer que, dans la pratique, les valeurs absolues des poids sont toujours plus petites que celles calculées d'après les règles de la méthode des moindres carrés. [1]

A cause de l'incertitude des valeurs rigoureuses des poids, il y a lieu de renoncer quelquefois à l'introduction de ces facteurs.

Cela posé, on voit, que les séries des deux groupes des bandes aboutissent au même point; il en est de même des groupes secondaires [les $A'^{(j)}$, $A''^{(j)}$]; on peut donc poser d'une manière générale:

(I bis) $$A_1^{(j)} = A'^{(j)}_1 = A''^{(j)}_1 = A_2^{(j)} = A'^{(j)}_2 = A''^{(j)}_2 .$$

Si l'on forme les moyennes de toutes les déterminations, les valeurs numériques de ces constantes seront, eu égard au poids:

[1] Pour calculer l'erreur probable de la moyenne de m observations, de poids inégaux p, on donne dans les Traités la formule:

$$r(x) = 0.674489 \sqrt{\frac{[p\Delta\Delta]}{[p](m-1)}},$$

où Δ désigne l'écart d'une observation isolée de la moyenne arithmétique.

Cette formule suppose qu'on à affaire à un nombre très grand de valeurs observées; on serait conduit à des appréciations absolument fausses, en l'appliquant au cas d'un très petit nombre d'observations qui sont elles-mêmes des moyennes arithmétiques de poids différents.

On obtient une approximation plus satisfaisante en ajoutant à la somme des carrés des erreurs un terme supplémentaire, dû à l'erreur moyenne de chaque moyenne arithmétique spéciale. Mais les développements ultérieures doivent être réservées à une autre occasion.

(B)

	$A^{(j)}$	Erreur probable
$A^{(1)}$	13163.886	0.05005
$A^{(2)}$	14556.526	0.09763
$A^{(3)}$	15926.264	0.01967
$A^{(4)}$	17270.577	0.25552
$A^{(5)}$	18586.124	0.44574

En ajoutant ou en retranchant la demi-différence $\frac{\nu}{2} = 1.092$, on aura les nombres de vibrations des deux raies séparées qui limitent les bandes.

Si l'on prend seulement les séries principales du premier groupe $[A_1^{(j)}]$ en y appliquant la correction $\pm\frac{\nu}{2}$, on trouvera des valeurs un peu différentes. Ces dernières valeurs des $A_{m.1}^{(j)}$, $A_{m.2}^{(j)}$ nous ont paru offrir les meilleurs garanties.

5. *Nouveau calcul des coefficients* $B_{m.p}^{(j)}$, $C_{m.p}^{(j)}$. — En portant dans la formule (1) du n° **1** les valeurs des $A_{m.p}^{(j)}$ données dans le n° **4**, nous pouvons maintenant procéder à un nouveau calcul des coefficients $B_{m.p}^{(j)}$, $C_{m.p}^{(j)}$.

J'ai refait ce calcul trois fois, en faisant différentes hypothèses sur les $A_{m.p}^{(j)}$:

1° en adoptant pour limites des seconds groupes $(A_2^{(j)})$, celles trouvées pour le premier (p. 18);

2° en prenant les moyennes de toutes les observations, eu égard aux poids (B);

3° en ne prenant en considération que les séries principales du premier groupe, mais en faisant intervenir la valeur de ν, en sorte que la différence entre les limites des doublets soit constante (A).

Les résultats de ces différents calculs ne diffèrent pas essentiellement entre eux, or la dernière hypothèse est préférable et représente le mieux les observations; c'est celle que nous rapporterons seule ici.

Les valeurs des coefficients $B_{m.p}^{(j)}$, $C_{m.p}^{(j)}$, sont présentées dans le tableau suivant pour chacune des valeurs de j, m, p:

	$B_{m.p}^{(j)}$	Erreur probable		$C_{m.p}^{(j)}$	Erreur probable		$B_{m.p}^{(j)}$	Erreur probable		$C_{m.p}^{(j)}$	Erreur probable
$B_{1.1}^{(1)}$	+ 0.06443	0.001856	$C_{1.1}^{(1)}$	— 0.193385	0.0001655	$B_{1.1}^{(2)}$	+ 0.13745	0.002427	$C_{1.1}^{(2)}$	— 0.264790	0.0002024
$B_{1.2}^{(1)}$	+ 0.08044	0.002386	$C_{1.2}^{(1)}$	— 0.193046	0.0002127	$B_{1.2}^{(2)}$	+ 0.15848	0.002828	$C_{1.2}^{(2)}$	— 0.264209	0.0002358
$B'^{(1)}_{1.1}$	— 0.17759	0.003735	$C'^{(1)}_{1.1}$	— 0.179925	0.0003285	$B_{1.1}^{(3)}$	— 0.22591	0.001942	$C_{1.1}^{(3)}$	— 0.339938	0.0002394
$B'^{(1)}_{1.2}$	— 0.14251	0.004397	$C'^{(1)}_{1.2}$	— 0.181356	0.0004142	$B_{1.2}^{(3)}$	— 0.15287	0.008319	$C_{1.2}^{(3)}$	— 0.344360	0.0011341
»	»	»	»	»	»	$B_{1.1}^{(4)}$	— 0.11184	0.015246	$C_{1.1}^{(4)}$	— 0.378469	0.0030492
$B''^{(1)}_{1.2}$	— 0.04633	0.012342	$C''^{(1)}_{1.2}$	— 0.191390	0.0009948	$B_{1.2}^{(4)}$	+ 0.00850	0.006860	$C_{1.1}^{(4)}$	— 0.391870	0.0013719

	$B^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$C^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$B^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$C^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable
$B^{(5)}_{1.1}$	+ 0.56729 ?	0.131570 [1]	$C^{(5)}_{1.1}$	— 0.508387 ?	0.0311860 [1]	$B^{(3)}_{2.1}$	+ 0 09033	0.001455	$C^{(3)}_{2.1}$	— 0.333510	0.0000777
$B^{(5)}_{1.2}$	— 0.45042	0.007404	$C^{(5)}_{1.2}$	— 0.490645	0.0021553	$B^{(3)}_{2.2}$	+ 0.10401	0.001230	$C^{(3)}_{2.2}$	— 0.333193	0.0000662
$B^{(1)}_{2.1}$	+ 0.17111	0.002051	$C^{(1)}_{2.1}$	— 0.187478	0.0000734	$B^{(4)}_{2.1}$	— 0.32371	0.004336	$C^{(4)}_{2.1}$	— 0.405877	0.0003265
$B^{(1)}_{2.2}$	+ 0.15939	0.001688	$C^{(1)}_{2.2}$	— 0.186717	0.0000608	$B^{(4)}_{2.2}$	— 0.30901	0.005305	$C^{(4)}_{2.2}$	— 0.404824	0.0004045
$B'^{(1)}_{2.1}$	+ 0.47791	0.003430	$C'^{(1)}_{2.1}$	— 0 176697	0.0001508	$B^{(5)}_{2.1}$	— 1.08711	0.038529	$C^{(5)}_{2.1}$	— 0.476015	0.0044850
$B'^{(1)}_{2.2}$	+ 0.47320	0.001729	$C'^{(1)}_{2.2}$	— 0.175949	0.0000749	$B^{(5)}_{2.2}$	— 1.14790	0.033789	$C^{(5)}_{2.2}$	— 0.466310	0.0040375
$B^{(2)}_{2.1}$	+ 0.33616	0.002656	$C^{(2)}_{2.1}$	— 0.259093	0.0001239						
$B^{(2)}_{2.2}$	+ 0.34494	0.002169	$C^{(2)}_{2.2}$	— 0 258717	0.0001021						

Une remarque doit être faite sur la valeur à choisir pour B. Cette constante comporte toujours un arbitraire, car le terme linéaire peut être rendu aussi grand qu'on veut par un choix convenable de l'origine dans le dénombrement des raies. Mais si nous considérons le terme quadratique comme le terme principal, il est naturel de donner au coefficient B la valeur la plus petite compatible avec les observations.

A ce titre les valeurs numériques trouvées pour les coefficients de la cinquième bande ne peuvent pas être admises, et demandent une correction.

Soit donnée une fonction N:

$$A + Bi + Ci^2 = N,$$

et supposons qu'on fait un changement de variable défini par la formule:

$$i' = i + n,$$

n étant un nombre quelconque; on aura un résultat de la forme:

$$A' + B'i' + C'i'^2 = N,$$

où

$$\begin{aligned} A' &= A - Bn + Cn^2, \\ B' &= B - 2Cn, \\ C' &= C. \end{aligned}$$

Si $B = 2Cn$, le terme linéaire disparait. Si $B > 2Cn$, B' existe ($n \geq 1$). Si $n = 1$, on doit avoir $B > 2C$; c'est notre cas, et les formules du changement de variable se ramènent à:

$$\begin{aligned} A' &= A - B + C, \\ B' &= B - 2C, \\ C' &= C. \end{aligned}$$

[1] Ces nombres ont été calculés avec une valeur erronée de i, trop grande d'une unité.

En opérant cette transformation, le terme indépendant de i change aussi. Donc, si l'on veut que ce terme garde sa valeur il faudra reprendre le calcul de B et C, en supposant A connu.

En appliquant ces formules au présent cas, on trouve:

	$B^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable		$C^{(j)}_{m.p}$	Erreur probable
$B^{(5)}_{2.1}$	+ 0.00136	0.034031	$C^{(5)}_{2.1}$	— 0.483467	0.0035705
$B^{(5)}_{2.2}$	— 0.05363	0.027525	$C^{(5)}_{2.2}$	— 0.475551	0.0029602

Ces chiffres doivent être substitués dans la suite à celles des dernières lignes du tableau (p. 22).

L'erreur probable d'une observation de λ reste toujours comprise dans les limites des erreurs à craindre dans les mesures, pour toutes les bandes du spectre:

Série	Erreur probable	Série	Erreur probable
$\lambda^{(1)}_{1.1}$	0.0085	$\lambda^{(1)}_{2.1}$	0.0235
$\lambda^{(1)}_{1.2}$	0.0110	$\lambda^{(1)}_{2.2}$	0.0205
$\lambda^{I(1)}_{1.1}$	0.0150	$\lambda^{I(1)}_{2.1}$	0.0148
$\lambda^{I(1)}_{1.2}$	0.0154	$\lambda^{I(1)}_{2.2}$	0.0063
$\lambda^{II(1)}_{1.1}$	»	»	»
$\lambda^{II(1)}_{1.2}$	0.0216	»	»
$\lambda^{(2)}_{1.1}$	0.0101	$\lambda^{(2)}_{2.1}$	0.0168
$\lambda^{(2)}_{1.2}$	0.0118	$\lambda^{(2)}_{2.2}$	0.0148
$\lambda^{(3)}_{1.1}$	0.0037	$\lambda^{(3)}_{2.1}$	0.0073
$\lambda^{(3)}_{1.2}$	0.0138	$\lambda^{(3)}_{2.2}$	0.0066
$\lambda^{(4)}_{1.1}$	0.0120	$\lambda^{(4)}_{2.1}$	0.0098
$\lambda^{(4)}_{1.2}$	0.0054	$\lambda^{(4)}_{2.2}$	0.0134
$\lambda^{(5)}_{1.1}$	0.0691	$\lambda^{(5)}_{2.1}$	0.0319
$\lambda^{(5)}_{1.2}$	0.0028	$\lambda^{(5)}_{2.2}$	0.0349

On trouve, dans l'Addition, les résultats d'une comparaison des valeurs calculées de N avec les valeurs observées. Sous le titre $N'_c - N_o$, la troisième colonne contient les différences entre la valeur calculée et la valeur observée de N.

Les écarts prennent souvent une allure systématique. Or il suffit de comparer les mesures de la bande A de M. Lester avec celles de M. Higgs pour reconnaître que des erreurs systématiques du même ordre existent dans les mesures (Tableau V.)

Comme les longueurs d'onde de M. Lester sont des valeurs moyennes de ses propres observations et de celles de M. Higgs, la différence entre leurs mesures est le

double de celle qu'on lira dans la troisième colonne du tableau sous le titre $\frac{1}{2}(\lambda_L - \lambda_H)$. Nous avons rapproché de ces nombres les différences $N'_c - N_o$, qui ont une marche analogue et prouvent que les observations de l'un des deux observateurs sont affectées d'erreurs systématiques montant à 0.200 dans λ.

6. *Étude des différences* $B^{(j)}_{m.1} - B^{(j)}_{m.2}$, $C^{(j)}_{m.1} - C^{(j)}_{m.2}$. — Calculons les différences $B^{(j)}_{m.1} - B^{(j)}_{m.2}$, $C^{(j)}_{m.1} - C^{(j)}_{m.2}$, avec leurs erreurs probables. On trouve:

	Différence	Erreur probable		Différence	Erreur probable
$B^{(1)}_{1.1} - B^{(1)}_{1.2}$	— 0.01601	0.003022	$C^{(1)}_{1.1} - C^{(1)}_{1.2}$	— 0.000339	0.0002695
$B'^{(1)}_{1.1} - B'^{(1)}_{1.2}$	— 0.03508	0.005769	$C'^{(1)}_{1.1} - C'^{(1)}_{1.2}$	+ 0.001431	0.0005287
$B^{(1)}_{2.1} - B^{(1)}_{2.2}$	+ 0.01172	0.002656	$C^{(1)}_{2.1} - C^{(1)}_{2.2}$	— 0.000761	0.0000953
$B'^{(1)}_{2.1} - B'^{(1)}_{2.2}$	+ 0.00471	0.003841	$C'^{(1)}_{2.1} - C'^{(1)}_{2.2}$	— 0.000748	0.0001684
$B^{(2)}_{1.1} - B^{(2)}_{1.2}$	— 0.02103	0.003727	$C^{(2)}_{1.1} - C^{(2)}_{1.2}$	— 0.000581	0.0003108
$B^{(2)}_{2.1} - B^{(2)}_{2.2}$	— 0.00878	0.003429	$C^{(2)}_{2.1} - C^{(2)}_{2.2}$	— 0.000376	0.0001606
$B^{(3)}_{1.1} - B^{(3)}_{1.2}$	— 0.07304	0.008542	$C^{(3)}_{1.1} - C^{(3)}_{1.2}$	+ 0.004422?	0.0011591
$B^{(3)}_{2.1} - B^{(3)}_{2.2}$	— 0.01368	0.001905	$C^{(3)}_{2.1} - C^{(3)}_{2.2}$	— 0.000317	0.0001021
$B^{(4)}_{1.1} - B^{(4)}_{1.2}$	— 0.12034?	0.016718	$C^{(4)}_{1.1} - C^{(4)}_{1.2}$	+ 0.013401?	0.0033436
$B^{(4)}_{2.1} - B^{(4)}_{2.2}$	— 0.01470	0.005599	$C^{(4)}_{2.1} - C^{(4)}_{2.2}$	— 0.001053	0.0005199
$B^{(5)}_{1.1} - B^{(5)}_{1.2}$	+ 1.01771?	0.013178[1]	$C^{(5)}_{1.1} - C^{(5)}_{1.2}$	— 0.017742?	0.0312600[1]
$B^{(5)}_{2.1} - B^{(5)}_{2.2}$	+ 0.05499?	0.043768	$C^{(5)}_{2.1} - C^{(5)}_{2.2}$	— 0.007916?	0.0046380

Ces résultats ne sont pas bien concluants à ce qu'il paraît. Remarquons cependant qu'on ne peut pas avoir $B^{(j)}_{m.1} = B^{(j)}_{m.2}$; $C^{(j)}_{m.1} = C^{(j)}_{m.2}$, en même temps; car autrement on aurait $N^{(j)}_{m.1} - N^{(j)}_{m.2} = A^{(j)}_{m.1} - A^{(j)}_{m.2} = \nu$, pour chaque valeur de i, ce qui ne paraît guère compatible avec l'allure systématique des différences entre les deux raies des doublets.

Il faut donc que

$$B^{(j)}_{m.1} - B^{(j)}_{m.1} = \mu, \qquad C^{(j)}_{m.1} - C^{(j)}_{m.2} = \rho,$$

μ et ρ étant deux constantes, qui ne peuvent pas être nulles en même temps.

Je vais calculer μ, ρ avec leurs erreurs probables:

$$B^{(j)}_{m.1} - B^{(j)}_{m.2} = -0.01044; \quad \text{erreur probable: } 0.00372;$$
$$C^{(j)}_{m.1} - C^{(j)}_{m.2} = -0.000514; \quad \text{erreur probable: } 0.000094.$$

Pour la première différence, son rapport à l'erreur probable est $2\frac{1}{2}$; pour la seconde différence ce rapport est double. Jusqu'à nouvel ordre nous poserons donc:

[1] Les valeurs adoptées pour i se sont montrées ensuite trop grandes d'une unité.

(II) $$B^{(j)}_{m.1} = B^{(j)}_{m.2}\,; \qquad C^{(j)}_{m.1} - C^{(j)}_{m.2} = \rho\,;$$

ρ étant une constante dont la valeur numérique est $\rho = -0.000514$.

7. *Relations entre les coefficients* $C^{(j)}_m$. — En supposant rigoureuses les relations (II), on calculera la valeur de $C^{(j)}_m$ qui convient au milieu des doublets, en appliquant aux $C^{(j)}_{m.1}$ et $C^{(j)}_{m.2}$ la correction $\mp \frac{\rho}{2}$. On formera ensuite les moyennes de ces nombres, en tenant compte de leurs poids.

	$C^{(j)}_1$	Erreur probable		$C^{(j)}_2$	Erreur probable
$C^{(1)}_1$	— 0.193195	0.0000574	$C^{(1)}_2$	— 0.187082	0.0000826
$C^{(2)}_1$	— 0.264504	0.0000224	$C^{(2)}_2$	— 0.258916	0.0000459
$C^{(3)}_1$	— 0.339899	0.0006838	$C^{(3)}_2$	— 0.333363	0.0000697
$C^{(4)}_1$	— 0.389782	0.0053802	$C^{(4)}_2$	— 0.405407	0.0001778
$C^{(5)}_1$	— 0.490984	0.0007996	$C^{(5)}_2$	— 0.479121	0.0024825
$C'^{(1)}_1$	— 0.180422	0.0006392	$C'^{(1)}_2$	— 0.176262	0.0000673
$C''^{(1)}_1$	— 0.191647	0.0009959 [1]	»	»	»

Ces nombres démontrent qu'il y a une différence constante entre les deux valeurs de $C^{(j)}_m$ pour les deux groupes de chaque bande; on trouve en effet:

	Différence	Erreur probable
$C^{(1)}_1 - C^{(1)}_2$	— 0.006113	0.0001006
$C^{(2)}_1 - C^{(2)}_2$	— 0.005588	0.0000511
$C^{(3)}_1 - C^{(3)}_2$	— 0.006536	0.0006873
$C^{(4)}_1 - C^{(4)}_2$	+ 0.015625 ?	0.0053832
$C^{(5)}_1 - C^{(5)}_2$	— 0.011863 ?	0.0026081
$C'^{(1)}_1 - C'^{(1)}_2$	— 0.004160	0.0006427

La moyenne de tous ces nombres est, eu égard aux poids,

$$-0.0056919\,; \quad \text{Erreur probable} = 0.00021639\,.$$

Ce nombre n'est pas altéré d'une manière notable en exluant de la moyenne les bandes les plus faibles; on trouve alors:

$$-0.0056915\,; \quad \text{Erreur probable} = 0.00016418\,.$$

Nous poserons donc — 0.005692 pour la valeur de la différence $C^{(j)}_1 - C^{(j)}_2$.

[1] Cette valeur provient de la série $C''^{(1)}_{1.2}$ seule, l'autre n'ayant pas été observée.

Nous allons calculer les valeurs de $C^{(j)}$ qui se rapportent *au milieu des deux groupes*. En opérant de la même façon que plus haut, on obtient pour $C^{(j)}$:

j	$C^{(j)}$	Diff.	Erreur probable
1	— 0.190170	— 0.071535	0.0001404
2	— 0.261705	— 0.074524	0.0000349
3	— 0.336229	— 0.071995	0.0000869
4	— 0.408224	— 0.079329	0.0005226
5	— 0.487553		0.0012192

On voit à l'inspection de ce tableau que les différences des valeurs successives de $C^{(j)}$ sont constantes, ce qui prouve que $C^{(j)}$ a la forme suivante:

(1) $$C^{(j)} = \Gamma_0 + \Gamma_1 j,$$

Γ_0, Γ_1 étant deux nouvelles constantes.

En traitant ces équations d'après la méthode des moindres carrés pour obtenir les valeurs les plus probables de Γ_0, Γ_1, je trouve un résidu inadmissible pour $C^{(1)}$. La raison de ce grand écart est le poids trop grand attribué à $C^{(2)}$. Cette conséquence ne pouvant être admise, je préfère donner aux trois premières valeurs le même poids, en excluant les deux dernières; j'obtiens alors:

(1 bis) $$C^{(j)} = — 0.116788 — 0.072975 \,.\, j \,.$$

On en tire:

$$C^{(1)} \quad — 0.189763$$
$$C^{(2)} \quad — 0.262738$$
$$C^{(3)} \quad — 0.335713$$
$$C^{(4)} \quad — 0.408688$$
$$C^{(5)} \quad — 0.481663 \,.$$

Cette formule met en évidence $C^{(j)}$ considérée *comme fonction du nombre* j qui représente le numéro d'ordre de la bande.

Il reste à considérer les groupes secondaires de la première bande, pour étudier leur influence sur C. En les ordonnant d'après l'ordre de grandeur de $C_m^{(j)}$ on a le tableau suivant:

		Différence	Erreur probable
$C_1^{(1)}$	— 0.193195	+ 0.006113	0.0000574
$C_2^{(1)}$	— 0.187082	+ 0.006660	0.0000826
$C_1^{\prime(1)}$	— 0.180422	+ 0.004160	0.0006392
$C_2^{\prime(1)}$	— 0.176262		0.0000673

On peut y ajouter encore cette autre valeur, bien qu'elle soit de précision inférieure,

$$C_1^{\prime\prime(1)} \quad — 0.191647 \qquad 0.0009959 \,.$$

Ici encore les différences sont constantes, ce qui suggère l'idée que cette suite de valeurs de $C_m^{(1)}$ dépende d'un autre nombre entier k, et peut être mise sous la forme:

(2) $$C_{k+1}^{(1)} = \mathfrak{C}_0 + \mathfrak{C}_1 \, . \, k \, ,$$

$\mathfrak{C}_0$, $\mathfrak{C}_1$ étant deux nouvelles constantes, et où k prend les valeurs 0, 1, 2, 3.

Pour déterminer $\mathfrak{C}_0$, $\mathfrak{C}_1$, on a les équations:[1]

		Résidus calc. — obs.
$\mathfrak{C}_0$	$= -0.193195$	$+ 0.000123$
$\mathfrak{C}_0$	$= -0.191647$	$- 0.001425$
$\mathfrak{C}_0 + \mathfrak{C}_1$	$= -0.187082$	$- 0.000357$
$\mathfrak{C}_0 + 2\,\mathfrak{C}_1$	$= -0.180422$	$- 0.001384$
$\mathfrak{C}_0 + 3\,\mathfrak{C}_1$	$= -0.176262$	$+ 0.000089$

On en tire, d'après les règles de la méthode des moindres carrés,

$$C_{k+1}^{(1)} = -0.1930717 + 0.0056329 \, . \, k \, .$$

Cette valeur laisse subsister les résidus qu'on trouvera joints aux équations de condition ci-dessus. Pour la moyenne des deux groupes principaux $C_1^{(1)}$ et $C_2^{(1)}$ elle donne:

$$C^{(1)} = -0.190255 \, .$$

Cette valeur de $C^{(1)}$ tirée de l'ensemble des cinq valeurs de $C_{k+1}^{(1)}$ pour $k = 0$, 0, 1, 2, 3, diffère peu de celle que nous avons déduite de la considération des groupes principaux de toutes les bandes ($j = 1$, 2, 3, 4, 5), ou

$$C^{(1)} = -0.189763 \, .$$

Il en est de même du coefficient qui multiplie k, qui se rapproche beaucoup de la valeur de ce coefficient déduite de l'ensemble des deux groupes principaux:

(2 bis) $$C_2^{(j)} - C_1^{(j)} = + 0.005692 \, .$$

Ce sont ces dernières valeurs que nous adopterons dans la suite.

Un fait important ressort de cette discussion: c'est que les différents groupes qui entrent dans une même bande diffèrent entre eux par un paramètre nouveau, ou si l'on veut mieux, d'un troisième nombre entier, k.

Mais revenons sur nos pas et réunissons dans une seule formule les deux expressions de C, (1) et (2); nous avons ainsi:

(III) $$C_{k+1}^{(j)} = \gamma_{00} + \gamma_{10} j + \gamma_{01} k \, .$$

[1] La valeur $C''^{(1)}_1$ pour le second groupe secondaire dans la tête de la bande se confond avec $C_1^{(1)}$, dans les limites de l'erreur probable.

En réduisant cette formule en nombres, on trouve:

$$C_{k+1}^{(j)} = -0.119634 - 0.072975 \cdot j + 0.005692 \cdot k .$$

Dans cette formule j, k représentent deux nombres entiers qui prennent successivement les valeurs $j = 1, 2, 3, 4, 5$; $k = 0, 1, 2, 3$.

En supposant rigoureuse la relation (III) on trouvera les coefficients des divers groupes des bandes.

Les valeurs de C pour les deux séries de raies des doublets seront obtenues ensuite en y ajoutant ou retranchant la quantité $\frac{\rho}{2}$.

8. *Troisième approximation des coefficients* $B_{m.p}^{(j)}$. — Les relations entre les coefficients $A_{m.p}^{(j)}$ et $C_{m.p}^{(j)}$ étant connues d'après ce qui précède, nous pouvons procéder à la rectification des valeurs des $B_{m.p}^{(j)}$.

Voici le résultat de ce travail:

	$B_{m.p}^{(j)}$	Erreur probable		$B_{m.p}^{(j)}$	Erreur probable
$B_{1.1}^{(1)}$	+ 0.05892	0.000510	$B_{2.1}^{(1)}$	+ 0.16272	0.000421
$B_{1.2}^{(1)}$	+ 0.07265	0.000636	$B_{2.2}^{(1)}$	+ 0.16154	0.000374
$B_{1.1}^{(2)}$	+ 0.14965	0.000825	$B_{2.1}^{(2)}$	+ 0.35842	0.000865
$B_{1.2}^{(2)}$	+ 0.17147	0.000906	$B_{2.2}^{(2)}$	+ 0.36410	0.000767
$B_{1.1}^{(3)}$	— 0.23476	0.000829	$B_{2.1}^{(3)}$	+ 0.08318	0.000376
$B_{1.2}^{(3)}$	— 0.19622	0.003143	$B_{2.2}^{(3)}$	+ 0.09342	0.000475
$B_{1.1}^{(4)}$	+ 0.04958	0.012806	$B_{2.1}^{(4)}$	— 0.32084	0.000747
$B_{1.2}^{(4)}$	+ 0.10254	0.007345	$B_{2.2}^{(4)}$	— 0.29922	0.001096
$B_{1.1}^{(5)}$	+ 0.47069 ?[1]	0.029090	$B_{2.1}^{(5)}$	— 0.03999	0.004650
$B_{1.2}^{(5)}$	— 0.47185	0.002254	$B_{2.2}^{(5)}$	— 0.02610	0.004482
$B'^{(1)}_{1.1} = B_{3.1}^{(1)}$	— 0.16035	0.001162	$B'^{(1)}_{2.1} = B_{4.1}^{(1)}$	+ 0.45740	0.000649
$B'^{(1)}_{1.2} = B_{3.2}^{(1)}$	— 0.14748	0.000910	$B'^{(1)}_{2.2} = B_{4.2}^{(1)}$	+ 0.45777	0.000416
$B''^{(1)}_{1.1} = -B_{1.1}^{(1)}$	»	»	»	»	»
$B''^{(1)}_{1.1} = -B_{1.2}^{(1)}$	— 0.03448	0.001291	»	»	»

Mais une remarque importante doit être faite. La différence $B_1^{(j)} - B_2^{(j)}$ est négative, en croissant régulièrement avec j; la quatrième bande fait seule exception à cette régle. Mais si l'on suppose que, dans cette bande, $N_2^{(4)}$ se rapporte à la tête de la bande, et $N_1^{(4)}$ à la queue, l'anomalie signalée disparaît. En supposant en conséquence:

[1] j a été supposé trop grand d'une unité.

$$C^{(4)}_{2.1} = -0.411791 \qquad C^{(4)}_{1.1} = -0.406099$$
$$C^{(4)}_{2.2} = -0.411277 \qquad C^{(4)}_{1.2} = -0.405585$$

on en tire:

	Erreur probable		Erreur probable
$B^{(4)}_{2.1} = -0.24648$	0.003462	$B^{(4)}_{1.1} = +0.02202$	0.010792
$B^{(4)}_{2.2} = -0.22608$	0.003909	$B^{(4)}_{1.2} = +0.07498$	0.005290

Cela posé, on aura toujours $B^{(j)}_{k'} - B^{(j)}_{k''} < 0$, k' se rapportant à la tête de la bande, k'' à la queue.

Avec les systèmes de valeurs de $A^{(j)}_{m.p}$ et $C^{(j)}_{m.p}$ [*Vide suprà* formules (I), (I bis), (II), (III)] ces valeurs de $B^{(j)}_{m.p}$ constituent notre troisième approximation. On trouvera les comparaisons détaillées dans la 4e colonne du Tableau IV de l'Addition. Les erreurs probables des λ laissées par ces valeurs sont consignées dans le tableau ci-dessous, pour chacune des bandes.

Série	Erreur probable	Série	Erreur probable
$\lambda^{(1)}_{1.1}$	0.0094	$\lambda^{(1)}_{2.1}$	0.0277
$\lambda^{(1)}_{1.2}$	0.0118	$\lambda^{(1)}_{2.2}$	0.0248
$\lambda^{\prime(1)}_{1.1}$	0.0212	$\lambda^{\prime(1)}_{2.1}$	0.0253
$\lambda^{\prime(1)}_{1.2}$	0.0148	$\lambda^{\prime(1)}_{2.2}$	0.0156
$\lambda^{\prime\prime(1)}_{1.1}$	»	»	»
$\lambda^{\prime\prime(1)}_{1.2}$	0.0202	»	»
$\lambda^{(2)}_{1.1}$	0.0138	$\lambda^{(2)}_{2.1}$	0.0311
$\lambda^{(2)}_{1.2}$	0.0152	$\lambda^{(2)}_{2.2}$	0.0280
$\lambda^{(3)}_{1.1}$	0.0064	$\lambda^{(3)}_{2.1}$	0.0096
$\lambda^{(3)}_{1.2}$	0.0210	$\lambda^{(3)}_{2.2}$	0.0123
$\lambda^{(4)}_{2.1}$	0.0433	$\lambda^{(4)}_{1.1}$	0.0345
$\lambda^{(4)}_{2.2}$	0.0497	$\lambda^{(4)}_{1.2}$	0.0169
$\lambda^{(5)}_{1.1}$	0.0625	$\lambda^{(5)}_{2.1}$	0.0276
$\lambda^{(5)}_{1.2}$	0.0036	$\lambda^{(5)}_{2.2}$	0.0277

9. *Relations entre les* $B^{(j)}_{m.p}$. — Il existe une différence variable entre les B qui se rapportent aux deux séries des doublets:

	Différence	Erreur probable		Différence	Erreur probable
$B^{(1)}_{1.1} - B^{(1)}_{1.2}$	— 0.01373	0.000816	$B^{(1)}_{2.1} - B^{(1)}_{2.2}$	+ 0.00118	0.000563
$B^{(2)}_{1.1} - B^{(2)}_{1.2}$	— 0.02182	0.001225	$B^{(2)}_{2.1} - B^{(2)}_{2.2}$	— 0.00568	0.001157
$B^{(3)}_{1.1} - B^{(3)}_{1.2}$	— 0.03854	0.003250	$B^{(3)}_{2.1} - B^{(3)}_{2.2}$	— 0.01024	0.000606
$B^{(4)}_{2.1} - B^{(4)}_{2.2}$	— 0.02040	0.005222	$B^{(4)}_{1.1} - B^{(4)}_{1.2}$	— 0.05296	0.012018
$B^{(5)}_{1.1} - B^{(5)}_{1.2}$	+ 0.94254 ? [1]	0.029210	$B^{(5)}_{2.1} - B^{(5)}_{2.2}$	— 0.01389	0.006458
$B^{(1)}_{3.1} - B^{(1)}_{3.2}$	— 0.01287	0.001476	$B^{(1)}_{4.1} - B^{(1)}_{4.2}$	— 0.00037	0.000771

En thèse générale, la différence semble augmenter avec le numéro d'ordre de la bande. Une comparaison des valeurs de cette différence dans la première bande pour $k = 0, 1, 2, 3$ montre qu'elle est indépendante de k. Nous poserons en conséquence:

$$B^{(j)}_{m.1} - B^{(j)}_{m.2} = \mu j ,$$

où μ est une constante qu'il s'agit de déterminer.

En traitant les nombres consignés dans le tableau ci-dessus par la méthode des moindres carrés on en déduit:

$$\mu = -0.004136; \text{ erreur probable: } 0.0008198.$$

Si l'on exclut la quatrième bande, qui est anomale, on trouve:

$$\mu = -0.004095; \text{ erreur probable: } 0.0008773.$$

En adoptant donc $\mu = -0.00410$ pour la valeur de cette constante, on trouvera, pour le milieu des doublets, deux valeurs de $B^{(j)}_m$, dont on prendra la moyenne.

	$B^{(j)}_1$	Erreur probable		$B^{(j)}_2$	Erreur probable
$B^{(1)}_1$	+ 0.06512	0.003217	$B^{(1)}_2$	+ 0.16199	0.001778
$B^{(2)}_1$	+ 0.16024	0.004588	$B^{(2)}_2$	+ 0.36119	0.000849
$B^{(3)}_1$	— 0.22408	0.006688	$B^{(3)}_2$	+ 0.08832	0.000694
$B^{(4)}_2$	— 0.23648	0.001342	$B^{(4)}_1$	+ 0.05924	0.009977
$B^{(5)}_1$	— 0.47104 ?	0.069225	$B^{(5)}_2$	— 0.03314	0.002228
$B'^{(1)}_1 = B^{(1)}_3$	— 0.15302	0.002895	$B'^{(1)}_2 = B^{(1)}_4$	+ 0.45711	0.001217
$B''^{(1)}_1$	— 0.03653	0.001363	»	»	»

On dispose, pour exprimer analytiquement les coefficients B et C, d'un ensemble de deux nombres entiers, j, k; et le problème se pose de trouver une expression simple des B en fonction des mêmes nombres j et k qui entrent dans les expressions des C (n° **7**).

[1] Exclu. Voir au n° précédent.

Supposons, pour essayer, que $B_k^{(j)}$ est une fonction linéaire de k,

$$B_{k+1}^{(j)} = \mathfrak{B}_0 + \mathfrak{B}_1 \, k;$$

la différence entre deux valeurs particulières de $B_{k+1}^{(j)}$ qui conviennent à deux valeurs différentes de k, k' et k'', sera de la forme:

$$B_{k''+1}^{(j)} - B_{k'+1}^{(j)} = \mathfrak{B}_1 (k'' - k');$$

par conséquent:

$$B_2^{(j)} - B_1^{(j)} = \mathfrak{B}_1,$$

et d'une manière générale:

$$B_{k+1}^{(j)} - B_1^{(j)} = k \, \mathfrak{B}_1.$$

En prenant d'abord les différences entre les valeurs de $B_1^{(j}$ et $B_2^{(j)}$ (pour $k = 0$ et $k = 1$), on trouve:

	Différence	Erreur probable
$B_2^{(1)} - B_1^{(1)}$	+ 0.09687	0.003675
$B_2^{(2)} - B_1^{(2)}$	+ 0.20095	0.004666
$B_2^{(3)} - B_1^{(3)}$	+ 0.31240	0.006724
$B_1^{(4)} - B_2^{(4)}$	+ 0.29572?	0.010067
$B_2^{(5)} - B_1^{(5)}$	+ 0.43790?	0.069260

La différence augmente avec j, et l'on peut poser:

$$B_2^{(j)} - B_1^{(j)} = \mathfrak{B} \, . \, j,$$

$\mathfrak{B}$ étant une quantité indépendante de j.

Excluant la cinquième bande, qui est trop incertaine, et la quatrième, qui est anomale, je trouve, en donnant aux trois bandes principales le même poids:

$$\mathfrak{B} = + 0.10257; \text{ erreur probable} = 0.0010819.$$

La même formule, $B_{k+1}^{(j)} - B_1^{(j)} = k \, \mathfrak{B}$, convient au cas où $k = 2$, $k = 3$, comme il est aisé de le voir en mettant en évidence les différences correspondantes à ces valeurs de k:

k	$B_{k+1}^{(1)} - B_1^{(1)}$
1	+ 0.09687
2	— 0.21814
3	+ 0.39199

En convenant que des valeurs positives et négatives de k sont également valables, on trouve, pour $\mathfrak{B}$, des valeurs qui se rapprochent beaucoup de la valeur

trouvée pour les diverses valeurs de j. C'est cette dernière valeur que nous avons adoptée.

Comme cette différence est proportionnelle et à j, et à k, on voit que $B_{k+1}^{(j)}$ contiendra un terme de la forme $\beta_{11}\, jk$.

Nous allons maintenant entreprendre l'étude de B considérée comme fonction de j seule.

En appliquant aux $B_2^{(j)}$ des seconds groupes ou queues, la correction $-\beta_{11}\, j$, on les ramène aux premiers groupes ou têtes:

$$\left.\begin{array}{ll} B_1^{(1)} & + 0.06512 \\ B_2^{(1)} - \beta_{11} & + 0.05942 \end{array}\right\} + 0.06227$$

$$\left.\begin{array}{ll} B_1^{(2)} & + 0.16024 \\ B_2^{(2)} - 2\beta_{11} & + 0.15605 \end{array}\right\} + 0.15814$$

$$\left.\begin{array}{ll} B_1^{(3)} & - 0.22408 \\ B_2^{(3)} - 3\beta_{11} & - 0.21939 \end{array}\right\} - 0.22173$$

$$\left.\begin{array}{ll} B_2^{(4)} & - 0.23648 \\ B_1^{(4)} - 4\beta_{11} & - 0.35104 \end{array}\right\} - 0.29376$$

$$\left.\begin{array}{ll} B_1^{(5)} & - 0.47104\,? \\ B_2^{(5)} - 5\beta_{11} & - 0.54599 \end{array}\right\} - 0.50851\,?$$

Ici encore les poids calculés d'après les règles de la méthode des moindres carrés sont erronés. Je prends tout simplement les moyennes des deux valeurs trouvées.

On peut poser d'une manière approchée:

$$B_1^{(j)} = \beta_{10}\, j\,,$$

en convenant que le signe + et − de j convient également bien. En donnant aux trois premières bandes le même poids, et excluant les deux dernières, on trouve:

$$\beta_{10} = + 0.07455\,.$$

On a donc, en somme:

$$B_{k+1}^{(j)} = \pm\, \beta_{10}\, j \pm \beta_{11}\, jk\,.$$

On en déduira les valeurs de $B_{k+1}^{(j)}$ d'après les formules suivantes:

$$B_1^{(1)} = + \beta_{10} \qquad B_2^{(1)} = + \beta_{10} + \beta_{11}$$

$$B_1^{(2)} = + 2\beta_{10} \qquad B_2^{(2)} = + 2\beta_{10} + 2\beta_{11}$$

$$B_1^{(3)} = - 3\beta_{10} \qquad B_2^{(3)} = - 3\beta_{10} + 3\beta_{11}$$

$$B_2^{(4)} = - 4\beta_{10} \qquad B_1^{(4)} = - 4\beta_{10} + 4\beta_{11}$$

$$B_1^{(5)} = - 5\beta_{10} \qquad B_2^{(5)} = - 5\beta_{10} + 5\beta_{11}$$

Pour les groupes secondaires on trouve de même:

$$B''^{(1)}_{1} = \quad -\beta_{10}$$
$$B'^{(1)}_{1} = B^{(1)}_{3} = +\beta_{10} - 2\beta_{11}$$
$$B'^{(1)}_{2} = B^{(1)}_{4} = +\beta_{10} + 3\beta_{11}$$

Pour en déduire les valeurs de $B^{(j)}_{m.1}$ et $B^{(j)}_{m.2}$ pour les deux séries de raies des doublets, on ajoutera ou retranchera la demi-différence $\frac{\mu}{2} j$.

Nous avons trouvé que les nombres j et k dans les expressions des B doivent être prises tantôt avec le signe $+$, tantôt avec le signe $-$. Cela pourrait paraître étrange, mais probablement les groupes avec des valeurs positives et négatives de j, k existent tous dans le spectre, bien que les circonstances initiales du mouvement ne leur permettent pas d'acquérir une intensité assez grande pour être observés. Le cas de B pour le groupe secondaire dans la tête de A ($B''^{(1)}_{1}$), avec $j = -1$, en offre un exemple frappant.

M. Lester a signalé l'existence de tels groupes secondaires de raies trop faibles pour être mesurées. Voici ce qu'il en dit: »In addition to the first 'secondary train' of Higgs there seems to be a second one, which makes its appearence just on the more refrangible edges of the lines of the sixth pair, and is visible for a few pairs farther, each succeeding pair being farther removed on the more refrangible side from the corresponding pair of the main series. The series cannot be observed far enough to decide whether it follows laws similar to those governing the others. Traces of similar series appear also in B and to a less extent in α.» (*loc. cit.*, p. 92.)

10. *Développement des coefficients* $A^{(j)}_{m}$. — On a le tableau suivant des arguments, des valeurs correspondantes de la fonction et de ses différences:

Argument j	Fonction $A^{(j)}$	Diff. I	Diff. II	Diff. III	Diff. IV
1	13163.769	+ 1392.735	— 22.985	— 2.134	— 2.032
2	14556.504	1369.750	— 25.119	— 4.166	
3	15926.254	1344.631	— 29.285		
4	17270.885	1315.346			
5	18586.231				

La suite de ces nombres se laisse représenter par une expression de la forme:

$$A^{(j)} = \alpha_0 + \alpha_1 j + \alpha_2 j^2 + \alpha_3 j^3 + \alpha_4 j^4,$$

les coefficients ayant les valeurs suivantes:

$$\alpha_0 = +11748.1510,$$
$$\alpha_1 = +\ 1427.5335,$$
$$\alpha_2 = -\ \ 12.321833,$$
$$\alpha_3 = +\ \ 0.49100,$$
$$\alpha_4 = -\ \ 0.084666.$$

Les résultats des expériences sont déjà suffisamment bien représentés quand on ne prend que les quatre premiers termes de la formule. Je trouve:

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= +11751.8080\,, \\ \alpha_1 &= +\ 1420.6395\,, \\ \alpha_2 &= -\ \ 8.12683\,, \\ \alpha_3 &= -\ \ 0.52500\,. \end{aligned}$$

Ces valeurs laissent subsister dans les équations de condition les résidus:

j	Résidu
1	+ 0.029
2	— 0.116
3	+ 0.174
4	— 0.116
5	+ 0.029

Cette expression pouvait même être mise approximativement sous la forme adoptée par Deslandres: $A^{(j)} = \alpha_0 + \alpha_1 j + \alpha_2 j^2$.

Il importait de voir jusqu'à quel point la formule simple à trois termes suffisait pour représenter les observations.

En posant donc:

$$A^{(j)} = \alpha_0 + \alpha_1 j + \alpha_2 j^2\,,$$

je trouve, d'après les règles de la méthode des moindres carrés,

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= +11743.5385\,, \\ \alpha_1 &= +\ 1432.8755\,, \\ \alpha_2 &= -\ \ 12.8576637\,. \end{aligned}$$

Comparée aux observations cette formule laisse subsister dans les équations les résidus $N_c - N_o$, qu'on lira, à côté des N_c, dans le tableau suivant:

j	No	Nc	$Nc - No$
1	13163.769	13163.556	— 0.213
2	14556.504	14557.859	+ 1.355
3	15926.254	15926.446	+ 0.192
4	17270.885	17269.318	— 1.567
5	18586.231	18586.474	+ 0.243

Cela posé, on peut rendre le coefficient de j nul en posant:

$$A^{(j')} = \alpha'_0 + \alpha'_1 j' + \alpha'_2 j'^2 \quad (j' = j + n)\,,$$

le nombre n étant donné par la formule:

$$\alpha_1 - 2\,n\,\alpha_2 = 0\,; \quad n = \frac{\alpha_1}{2\,\alpha_2}\,;$$

et

$$\alpha'_0 = \alpha_0 + n\alpha_1 + n^2\alpha_2 ,$$
$$\alpha'_1 = \alpha_1 + 2n\alpha_2 ,$$
$$\alpha'_2 = \alpha_2 .$$

On trouve $n = -55.720678$, ou en choisissant le nombre entier le plus voisin, $n = -56$.

En posant donc $j' = j - 56$, on trouve les coefficients:

$$\alpha'_0 = +51662.9322 ,$$
$$\alpha'_1 = - \quad 7.1829 ,$$
$$\alpha'_2 = - \quad 12.857664 .$$

Il est donc impossible de faire disparaître complètement le terme du premier degré.

Cette formule à trois termes se rapproche autant que possible de la loi de Deslandres; on voit que, dans cette hypothèse, il faut faire correspondre les cinq bandes du spectre aux nombres entiers 55, 54, 53, 52, 51, les bandes étant prises dans l'ordre des nombres de vibrations croissants.

Reprenons la formule:

$$A^{(j)} = \alpha_0 + \alpha_1 j + \alpha_2 j^2 + \alpha_3 j^3 + \alpha_4 j^4 ,$$

les coefficients ayant les valeurs données (p. 33). La décroissance régulière des coefficients et l'alternance des signes suggère l'idée que $A^{(j)}$ est plutôt la racine d'une de ces équations transcendantes auxquelles nous conduisent tant de problèmes de Physique mathématique, comme celles des oscillations électriques dans un corps quelconque.

M. Koláček a déjà essayé précédemment d'appliquer la théorie électromagnétique aux mouvements de l'électricité dans les molécules. En partant des équations générales de Maxwell et en les appliquant aux oscillations électromagnétiques d'une sphère conductrice, M. Koláček trouve pour les harmoniques supérieures des vibrations électromagnétiques fondamentales la formule:

$$\lambda = \frac{a}{\sqrt{b\varepsilon^2 - c}} ,$$

λ étant les longueurs d'onde dans le vide, a, b, et c, des constantes, et ε une des racines de l'équation $\varepsilon = \operatorname{tang} \varepsilon$.

D'autres oscillations correspondent à une solution particulière des équations contenant des dérivées partielles du troisième ordre; M. Koláček obtient, pour déterminer la racine ε la relation:

$$\operatorname{tang} \varepsilon = \frac{3\varepsilon}{3 - \varepsilon^2} .$$ [1]

[1] *Annalen der Physik*, t. LVIII, 1896.

J'ai comparé à ces formules les chiffres que nous venons de trouver pour les cinq bandes du spectre de l'oxygène; j'ai trouvé que les raies qui terminent les bandes ne correspondent exactement, ni à l'une, ni à l'autre des lois de distribution déduites de la théorie de M. Koláček. Il y a néanmoins un certain rapprochement qui mérite d'attirer l'attention.

11. *Résumé des formules.* — Reprenons l'ensemble des formules auquelles nous sommes parvenus dans ce qui précède.

Si l'on pose:

$$N = A + Bi + Ci^2 , \tag{1}$$

nous avons établi certaines relations entre les coefficients A, B, C.

D'abord on a, pour les coefficients des deux séries de raies qui composent les doublets:

$$\begin{aligned} A^{(j)}_{1.1} - A^{(j)}_{1.2} &= A^{(j)}_{2.1} - A^{(j)}_{2.2} = \nu , \\ B^{(j)}_{1.1} - B^{(j)}_{1.2} &= B^{(j)}_{2.1} - B^{(j)}_{2.2} = \mu j , \\ C^{(j)}_{1.1} - C^{(j)}_{1.2} &= C^{(j)}_{2.1} - C^{(j)}_{2.2} = \rho . \end{aligned} \tag{2}$$

Pour la moyenne des coefficients, qui correspond au milieu des doublets, nous avons trouvé les relations suivantes:

$$\begin{aligned} A^{(j)}_{k+1} &= \alpha_0 + \alpha_1 j + \alpha_2 j^2 + \alpha_3 j^3 + \alpha_4 j^4 , \\ B^{(j)}_{k+1} &= \pm \beta_{10} j \pm \beta_{11} jk , \qquad (j = 1, 2, 3, 4, 5;\ k = 0, 1, 2, 3.) \\ C^{(j)}_{k+1} &= \gamma_{00} + \gamma_{10} j + \gamma_{01} k , \end{aligned} \tag{2 bis}$$

où les signes + et — dans B sont également valables.

La formule (1) peut donc s'écrire:

$$N^{(j)}_{k+1}(i) = A^{(j)}_{k+1} + B^{(j)}_{k+1} i + C^{(j)}_{k+1} i^2 \pm (\nu + \mu ij + \rho i^2) , \tag{3}$$

où il faut prendre la parenthèse avec le signe supérieur pour les raies les plus réfrangibles des doublets, et avec le signe inférieur pour les raies les moins réfrangibles.

En substituant à A, B, C, dans cette formule, leurs valeurs (2 bis), et ordonnant les termes d'après leur degré, on trouve:

$$\begin{aligned} N^{(j)}_{k+1}(i) = \alpha_0 &+ \alpha_1 j + \alpha_2 j^2 + \alpha_3 j^3 + \alpha_4 j^4 \\ &\pm \beta_{10} ij \pm \beta_{11} ijk \\ &+ \gamma_{00} i^2 + \gamma_{10} i^2 j \\ &\qquad + \gamma_{01} i^2 k \\ \pm \Big(\nu &+ \mu ij \\ &+ \rho i^2 \Big) . \end{aligned} \tag{4}$$

En réduisant cette formule en nombres, on obtient:

$$N^{(j)}_{k+1}(i) = +11748.1510 + 1427.5335\,.\,j - 12.321833\,.\,j^2 + 0.49100\,.\,j^3 - 0.084666\,.\,j^4$$
$$\pm\ 0.07455\,.\,ij \ \pm\ 0.10257\,.\,ijk$$
$$-\ 0.116788\,.\,i^2 - 0.072975\,.\,i^2 j$$
$$+\ 0.005692\,.\,i^2 k$$
$$\pm \begin{pmatrix} 2.184 & -0.00410\,.\,ij \\ & -0.000514\,.\,i^2 \end{pmatrix}$$

12. *Comparaison des longueurs d'ondes observées avec celles qui résultent de la théorie.* — Il nous faudra ensuite comparer la théorie aux observations ce que nous ferons avec les plus grands détails. Les différences qui subsistent entre le calcul et l'observation sont présentées dans la dernière colonne du Tableau IV de l'Addition.

Les erreurs probables sont comprises, pour chaque série du spectre, dans le tableau suivant:

$\lambda^{(1)}_{1.1}$	0.0459	$\lambda^{(1)}_{2.1}$	0.1346
$\lambda^{(1)}_{1.2}$	0.0180	$\lambda^{(1)}_{2.2}$	0.1856
$\lambda^{(2)}_{1.1}$	0.0190	$\lambda^{(2)}_{2.1}$	0.0623
$\lambda^{(2)}_{1.2}$	0.0560	$\lambda^{(2)}_{2.2}$	0.0470
$\lambda^{(3)}_{1.1}$	0.0113	$\lambda^{(3)}_{2.1}$	0.0271
$\lambda^{(3)}_{1.2}$	0.0385	$\lambda^{(3)}_{2.2}$	0.0191
$\lambda^{(4)}_{1.1}$	0.0860	$\lambda^{(4)}_{2.1}$	0.1812
$\lambda^{(4)}_{1.2}$	0.0470	$\lambda^{(4)}_{2.2}$	0.1893
$\lambda^{(5)}_{1.1}$	0.0911	$\lambda^{(5)}_{2.1}$	0.3408
$\lambda^{(5)}_{1.2}$	0.0677	$\lambda^{(5)}_{2.2}$	0.3141
$\lambda'^{(1)}_{1.1}$	0.1158	$\lambda'^{(1)}_{2.1}$	0.7313
$\lambda'^{(1)}_{1.2}$	0.0757	$\lambda'^{(1)}_{2.2}$	0.6990
$\lambda''^{(1)}_{1.1}$	»	»	»
$\lambda''^{(1)}_{1.2}$	0.2074	»	»

En général les erreurs probables, bien qu'elles aient augmenté un peu, restent comprises dans les limites qu'admettent les erreurs d'observation, ou les erreurs systématiques de Rowland.

Les groupes secondaires de la première bande font exception à cette règle. Il serait facile d'améliorer la représentation pour les séries secondaires, $\lambda'^{(1)}_2$ et $\lambda''^{(1)}_1$ en introduisant, dans l'expression de $B^{(j)}_{k+1}$, un terme en k^2, ainsi qu'un terme constant. Or, comme les mesures de ces groupes sont loin d'offrir la même exactitude que celles des autres, je préfère laisser à des mesures ultérieures de trancher cette question de détail.

Je ferai remarquer cependant que l'arrangement des raies en séries adopté par nous pour les groupes secondaires, prête à des objections; M. Lester en effet, attribue les trois premiers doublets à la tête de la bande (*loc. cit.*, p. 91.)

Une remarque analogue s'applique au groupe secondaire de la cinquième bande.

Les valeurs approchées des inconnues une fois trouvées, on pourra déterminer, par une compensation générale, les valeurs definitives des constantes, *en supposant rigoureuses les relations trouvées entre les coefficients.*

Je n'ai pas eu le temps de faire ce calcul qui atténuerait sans doute beaucoup les erreurs; or cette lacune serait facile à combler.

ADDITIONS.

TABLEAUX.

Tableau I. — Tableau des longueurs d'onde et des

i	$\lambda^{(1)}_{1.1}$	$N^{(1)}_{1.1}$	i	$\lambda^{(1)}_{1.2}$	$N^{(1)}_{1.2}$
1	7594.00	13164.73	1	7595.27	13162.53
2	7594.28	13164.24	2	7595.55	13162.04
3	7594.81	13163.32	3	7596.06	13161.16
4	7595.55	13162.04	4	7596.79	13159.89
5	7596.51	13160.38	5	7597.74	13158.25
6	7597.70	13158.31	6	7598.90	13156.24
7	7599.14	13155.83	7	7600.30	13153.82
8	7600.80	13152.96	8	7601.95	13150.96
9	7602.65	13149.75	9	7603.80	13147.76
10	7604.73	13146.16	10	7605.87	13144.19
11	7607.05	13142.15	11	7608.20	13140.16
12	7609.57	13137.80	12	7610.72	13135.81
13	7612.33	13133.03	13	7613.45	13131.10
14	7615.32	13127.87	14	7616.41	13125.99
15	7618.57 [1]	13122.28	15	7619.51 [1]	13120.65
			16	7623.290 [1]	13114.15

i	$\lambda'^{(1)}_{1.1}$	$N'^{(1)}_{1.1}$	i	$\lambda'^{(1)}_{1.2}$	$N'^{(1)}_{1.2}$
5	7597.00	13159.53	5	7598.20 [2]	13157.45
6	7598.29	13157.30	6	7599.45	13155.29
7	7599.74	13154.79	7	7600.90 [2]	13152.78
8	7601.42	13151.88	8	7602.57 [2]	13149.90
9	7603.25	13148.72	9	7604.40	13146.72
10	7605.36	13145.07	10	7606.48	13143.14
11	7607.65	13141.11	11	7608.83	13139.07
12	7610.10 *d*	13136.88	12	7611.28	13134.85
13	7612.84	13132.15	13	7613.98	13130.19
14	7615.78	13127.09			

i	$\lambda''^{(1)}_{1.1}$	$N''^{(1)}_{1.1}$	i	$\lambda''^{(1)}_{1.2}$	$N''^{(1)}_{1.2}$
			10	7606.48	13143.05
			11	7608.83	13139.07
12	7610.10 *d*	13136.88	12	7611.45	13134.55
			13	7614.28	13129.67
			14	7617.25 ?	13124.55

[1] Cette raie appartient probablement à la tête de grand A, et non pas au »secondary train» comme le suppose M. Lester (*l. c.*, p. 92.) Non comprise dans les calculs.

[2] Positions hypothétiques.

nombres d'oscillations du spectre de bandes de l'oxygène.

i	$\lambda_{2.1}^{(1)}$	$N_{2.1}^{(1)}$	i	$\lambda_{2.2}^{(1)}$	$N_{2.2}^{(1)}$
»	»	»	16	7621.27	13117.63
17	7623.53	13113.74	17	7624.77	13111.61
18	7627.30	13107.26	18	7628.52	13105.16
19	7631.28	13100.42	19	7632.49	13098.33
20	7635.47	13093.23	20	7636.65	13091.20
21	7639.86	13085.71	21	7641.01	13083.74
22	7644.46	13077.84	22	7645.59	13075.90
23	7649.27	13069.61	23	7650.40	13067.69
24	7654.33	13060.99	24	7655.45	13059.06
25	7659.62	13051.95	25	7660.73	13050.06
26	7665.14	13042.55	26	7666.25	13040.67
27	7670.89	13032.77	27	7671.97	13030.93
28	7676.86	13022.64	28	7677.92	13020.84
29	7683.06	13012.13	29	7684.11	13010.35
30	7689.47	13001.29	30	7690.50	12999.55
31	7696.11 [1]	12990.05	31	7697.13 [1]	12988.34
32	7703.02 [1]	12978.42	32	7704.02 [1]	12976.73
33	7710.16 [1]	12966.39	33	7711.16 [1]	12964.71
34	7717.60	12953.89	34	7718.55	12952.30
i	$\lambda_{2.1}^{\prime(1)}$	$N_{2.1}^{\prime(1)}$	i	$\lambda_{2.2}^{\prime(1)}$	$N_{2.2}^{\prime(1)}$
18	7622.06	13116.27	18	»	13114.15
19	7625.62	13110.14	19	7626.79	13108.13
20	7629.36	13103.72	20	7630.50	13101.77
21	7633.29 [2]	13096.96	21	7634.42	13095.03
22	7637.46	13089.82	22	7638.57	13087.92
23	7641.81	13082.37	23	7642.91	13080.49
24	7646.36	13074.59	24	7647.46	13072.71
25	7651.19	13066.33	25	7652.24	13064.54
26	7656.14	13057.88	26	7657.23	13056.02
»	»	»	»	»	»

[1] D'après les mesures de Higgs.
[2] Il y a une faute d'impression dans Higgs: 7639.29 au lieu de 7633.29.

i	$\lambda_{1.1}^{(2)}$	$N_{1.1}^{(2)}$	i	$\lambda_{1.2}^{(2)}$	$N_{1.2}^{(2)}$
1	6867.458	14557.48	1	6868.457	14555.37
2	6867.794	14556.77	2	6868.780	14554.69
3	6868.337	14555.63	3	6869.338 [1]	14553.50
4	6869.144	14553.91	4	6870.130 [2]	14551.82
5	6870.220 [2]	14551.63	5	6871.180	14549.61
6	6871.528	14548.86	6	6872.489	14546.83
7	6873.078	14545.59	7	6874.039	14543.55
8	6874.888	14541.76	8	6875.830	14539.75
9	6876.953	14537 39	9	6877.878	14535.44
10	6879.275	14532.48	10	6880.173	14530.59
11	6881.80	14527.14	11	6882.72 [3]	14525.20
12	6884.65	14521.13	12	6885.54	14519.26
13	6887.75	14514.60	13	6888.60	14512.81
14	6891.05	14507.65	14	6891.87	14505.93
15	6894.67	14500.04	15	6895.50	14498.28

i	$\lambda_{1.1}^{(3)}$	$N_{1.1}^{(3)}$		$\lambda_{1.2}^{(3)}$	$N_{1.2}^{(3)}$
0	6276.81	15927.34	0	6277.66	15925.18
1	6277.03	15926.77	1	6277.86	15924.67
2	6277.52	15925.54	2	6278.29 [4]	15923.58
3	6278.29 [4]	15923 59	3	6279.07	15921.60
4	6279.31	15920.99	4	6280.08	15919.04
5	6280.61	15917.70	5	6281.37	15915.77
6	6282.16	15913.77	6	6282.93	15911.82
7	6284.00	15909.11	7	6284.75	15907.21
8	6286.09	15903.82	8	6286.88	15901.83
9	6288.48	15897.79	9	6289 20	15895.96
10	6291.14 [3]	15891.06			

i	$\lambda_{1.1}^{(4)}$	$N_{1.1}^{(4)}$	i	$\lambda_{1.2}^{(4)}$	$N_{1.2}^{(4)}$
1	5788.33	17271.45	1	5789.00 [1]	17269.44
2	5788.75	17270.19	2	5789.40 [2]	17268.24
3	5789.40 [2]	17268.24	3	5790.07	17266.26
4	5790.32 [1]	17265.50	4	5790.97	17263.57

[1] Double?
[2] Raie principale.
[3] Masquée.
[4] Raie principale, évidemment un doublet étroit.

i	$\lambda_{2.1}^{(2)}$	$N_{2.1}^{(2)}$	i	$\lambda_{2.2}^{(2)}$	$N_{2.2}^{(2)}$
»	»	»	12	6884.080	14522.34
13	6886.004	14518.27	13	6886.982	14516.23
14	6889.183	14511.58	14	6890.144	14509.56
15	6892.614	14504.36	15	6893.559	14502.37
16	6896.282	14496.64	16	6897.197	14494.71
17	6900.196	14488.41	17	6901.116	14486.49
18	6904.363	14479.67	18	6905.263	14477.79
19	6908.785	14470.40	19	6909.677	14468.54
20	6913.449	14460.65	20	6914.331	14458.79
21	6918.365	14450.37	21	6919.245	14448.53
22	6923.542	14439.57	22	6924.416	14437.74
23	6928.986	14428.21	23	6929.839	14426.45
24	6934.669	14416.40	24	6935.518	14414.63
25	6940.584	14404.10	25	6941.430	14402.35
26	6946.770	14391.28	26	6947.580 ?	14389.60

i	$\lambda_{2.1}^{(3)}$	$N_{2.1}^{(3)}$	i	$\lambda_{2.2}^{(3)}$	$N_{2.2}^{(3)}$
			9	6287.94	15899.14
10	6289.60	15894.95	10	6290.42	15892.88
11	6292.35	15888.00	11	6293.15	15885.98
12	6295.36	15880.41	12	6296.14	15878.44
13	6298.64	15872.13	13	6299.41	15870.19
14	6302.18	15863.22	14	6302.95	15861.28
15	6306.00	15853.61	15	6306.75	15851.73
16	6310.06	15843.40	16	6310.81	15841.52
17	6314.40	15832.51	17	6315.14	15830.66
18	6319.02	15820.94	18	6319.75 [1]	15819.12
19	6323.92	15808.69	19	6324.64	15806.89
20	6329.10	15795 74	20	6329.82	15793.95
21	6334.55	15782.16	21	6335.26 [2]	15780.39
22	6340.28	15767.90	22	6340.98	15766.16
23	6346.27	15753.01	23	6346.96	15751.31

i	$\lambda_{2.1}^{(4)}$	$N_{2.1}^{(4)}$	i	$\lambda_{2.2}^{(4)}$	$N_{2.2}^{(4)}$
»	»	»	7	5796.30	17247.69
8	5797.76	17243.35	8	5798.43 [3]	17241.36
9	5800.18	17236.16	9	5800.83	17234.23
10	5802.87	17228.16	10	5803.51	17226.26

[1] Fin des mesures de M. Higgs.
[2] Masquée par une raie voisine forte.
[3] Masquée.

	i	$\lambda_{1.1}^{(4)}$	$N_{1.1}^{(4)}$	i	$\lambda_{1.2}^{(4)}$	$N_{1.2}^{(4)}$
	5	5791.49	17262.02	5	5792.15	17260.05
	6	5792.96	17257.63	6	5793.60	17255.73

i [1]	i'	$\lambda_{1.1}^{(5)}$	$N_{1.1}^{(5)}$	i	$\lambda_{1.2}^{(5)}$	$N_{1.2}^{(5)}$
1	0	5378.38 [2]	18587.89	0	»	»
2	1	»	18586.25 [3]	1	5379.45 *d*?	18584.19
3	2	5379.45 *d*?	18584.19	2	5380.00	18582.29
4	3	5380.20 *d*?	18581.60	3	5380.85 *d*?	18579.36
5	4	5381.40	18577.46	4	5381.97	18575.49

[1] i désigne les nombres usités dans le calcul des constantes, et que nous avons été amenés ensuite à diminuer d'une unité dans la comparaison des λ_o et λ_c.

[2] Raie principale. — Les trois premières raies dans Lester (*l. c.*, p. 9 c), $\lambda = 5377.20$, 5377.32, 5378.00, ne se laissent pas ranger dans cette série et paraissent étrangères à la bande.

[3] Calculée d'après la série secondaire en posant provisoirement $N_{1.1}^{(5)} - N_{1.2}^{(5)} = 2.06$. Probablement masquée par la raie principale.

	i	$\lambda_{2.1}^{(4)}$	$N_{2.1}^{(4)}$		i	$\lambda_{2.2}^{(4)}$	$N_{2.2}^{(4)}$
	11	5805.84	17219.35		11	5806.47	17217.48
	12	5809.10	17209.69		12	5809.72	17207.85
	13	5812.64	17199.20		13	5813.25	17197.40
	14	5816.46 [1]	17187.91		14	5817.07	17186.10
	15	5820.58 [2]	17175.74		15	5821.16 [2]	17174.03
	16	5824.94 [2]	17162.89		16	5825.52 [2]	17161.19
i [3]	i'	$\lambda_{2.1}^{(5)}$	$N_{2.1}^{(5)}$	i [3]	i'	$\lambda_{2.2}^{(5)}$	$N_{2.2}^{(5)}$
»	»	»	»	5	6	5384.27	18567.55
6	7	5385.45	18563.49	6	7	5386.05	18561.42
7	8	5387.50 *d*?	18556.43	7	8	5388.10	18554.36
8	9	5389.85 [4]	18548.33	8	9	5390.45 [6]	18546.27
9	10	5392.55	18539.05	9	10	5393.10	18537.16
10	11	5395.55 [5]	18528.73	10	11	5396.10	18526.84

[1] Masquée par une forte raie voisine.
[2] Très nébuleuses et difficiles à mesurer.
[3] Les nombres i employés dans le calcul des constantes, ont été augmentés ensuite d'une unité dans la comparaison définitive de λ_c avec les λ_o.
[4] Masquée.
[5] Masquée.
[6] Invisible.

Tableau II. — Table des réductions

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	λ
18	0.601	0.603	0.604	0.606	0.607	0.609	0.610	0.612	0.614	0.615	0.617	18
19	0.617	0 619	0.620	0.622	0.624	0.626	0.627	0.629	0.631	0.633	0.634	19
20	0.634	0.636	0.638	0.640	0.642	0.644	0.646	0.648	0.649	0.651	0.653	20
21	0.653	0.655	0.657	0.659	0.661	0.663	0.665	0.667	0.669	0.671	0.673	21
22	0.673	0.675	0.677	0.680	0.682	0.684	0.686	0.688	0.690	0.692	0.694	22
23	0.694	0.696	0.699	0.701	0.703	0.705	0.707	0.709	0.712	0.714	0.716	23
24	0.716	0.718	0.720	0.723	0.725	0.727	0.729	0.732	0.734	0.736	0.738	24
25	0.738	0.741	0.743	0.745	0.747	0.750	0.752	0.754	0.757	0.759	0.761	25
26	0.761	0.763	0.766	0.768	0.770	0.773	0.775	0.777	0.780	0.782	0.784	26
27	0.784	0.787	0.789	0.791	0.794	0.796	0.799	0.801	0.803	0.806	0.808	27
28	0.808	0.810	0.813	0.815	0.818	0.820	0.822	0.825	0.827	0.830	0.832	28
29	0.832	0.834	0.837	0.839	0.842	0.844	0.847	0.849	0.851	0.854	0.856	29
30	0.856	0.859	0.861	0.864	0.866	0.868	0.871	0.873	0.876	0.878	0.881	30
31	0.881	0.883	0.886	0.888	0.891	0.893	0.896	0.898	0.900	0.903	0.905	31
32	0.905	0.908	0.910	0.913	0.915	0.918	0.920	0.923	0.925	0.928	0.930	32
33	0.930	0.933	0.935	0.938	0.940	0.943	0.945	0.948	0.950	0.953	0.955	33
34	0.955	0.958	0.960	0.963	0.965	0.968	0.970	0.973	0.975	0.978	0.980	34
35	0.980	0.983	0.986	0.988	0.991	0.993	0.996	0.998	1.001	1.003	1.006	35
36	1.006	1.008	1.011	1.013	1.016	1.018	1.021	1.024	1.026	1.029	1.031	36
37	1.031	1.034	1.036	1.039	1.041	1.044	1.046	1.049	1.052	1.054	1.057	37
38	1.057	1.059	1.062	1.064	1.067	1.069	1.072	1.075	1.077	1.080	1.082	38
39	1.082	1.085	1.087	1.090	1.093	1.095	1.098	1.100	1.103	1.105	1.108	39
40	1.108	1.111	1.113	1.116	1.118	1.121	1.123	1.126	1.129	1.131	1.134	40
41	1.134	1.136	1.139	1.141	1.144	1.147	1.149	1.152	1.154	1.157	1.160	41
42	1.160	1.162	1.165	1.167	1.170	1.172	1.175	1.178	1.180	1.183	1.185	42
43	1.185	1.188	1.191	1.193	1.196	1.198	1.201	1.203	1.206	1.209	1.211	43
44	1.211	1.214	1.216	1.219	1.222	1.224	1.227	1.229	1.232	1.235	1.237	44
45	1.237	1.240	1.242	1.245	1.248	1.250	1.253	1.255	1.258	1.261	1.263	45
46	1.263	1.266	1.268	1.271	1.274	1.276	1.279	1.282	1.284	1.287	1.289	46
47	1.289	1.292	1.295	1.297	1.300	1.302	1.305	1.308	1.310	1.313	1.315	47
48	1.315	1.318	1.321	1.323	1.326	1.329	1.331	1.334	1.336	1.339	1.342	48

au vide pour les diverses valeurs de λ.

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	λ
49	1.342	1.344	1.348	1.349	1.352	1.355	1.357	1.360	1.363	1.365	1.368	49
50	1.368	1.370	1.373	1.376	1.378	1.381	1.383	1.386	1.389	1.391	1.394	50
51	1.394	1.397	1.399	1.402	1.404	1.407	1.410	1.412	1.415	1.418	1.420	51
52	1.420	1.423	1.425	1.428	1.431	1.433	1.436	1.439	1.441	1.444	1.446	52
53	1.446	1.449	1.452	1.454	1.457	1.460	1.462	1.465	1.467	1.470	1.473	53
54	1.473	1.475	1.478	1.481	1.483	1.486	1.488	1.491	1.494	1.496	1.499	54
55	1.499	1.502	1.504	1.507	1.510	1.512	1.515	1.517	1.520	1.523	1.525	55
56	1.525	1.528	1.531	1.533	1.536	1.539	1.541	1.544	1.546	1.549	1.552	56
57	1.552	1.554	1.557	1.560	1.562	1.565	1.567	1.570	1.573	1.575	1.578	57
58	1.578	1.581	1.583	1.586	1.589	1.591	1.594	1.597	1.599	1.602	1.604	58
59	1.604	1.607	1.610	1.612	1.615	1.618	1.620	1.623	1.626	1.628	1.631	59
60	1.613	1.633	1.636	1.639	1.641	1.644	1.647	1.649	1.652	1.655	1.657	60
61	1.657	1.660	1.663	1.665	1.668	1.671	1.673	1.676	1.678	1.681	1.684	61
62	1.684	1.686	1.689	1.692	1.694	1.697	1.700	1.702	1.705	1.707	1.710	62
63	1.710	1.713	1.715	1.718	1.721	1.723	1.726	1.729	1.731	1.734	1.737	63
64	1.737	1.739	1.742	1.745	1.747	1.750	1.752	1.755	1.758	1.760	1.763	64
65	1.763	1.766	1.768	1.771	1.774	1.776	1.779	1.782	1.784	1.787	1.790	65
66	1.790	1.792	1.795	1.797	1.800	1 803	1.805	1.808	1.811	1.813	1.816	66
67	1.816	1.819	1.821	1.824	1.827	1.829	1.832	1.835	1.837	1.840	1.843	67
68	1.843	1.845	1.848	1.851	1.853	1.856	1.858	1.861	1.864	1.866	1.869	68
69	1.869	1.872	1.874	1.877	1.880	1.882	1.885	1.888	1.890	1.893	1.896	69
70	1.896	1.898	1.901	1.904	1.906	1.909	1.912	1.914	1.917	1.920	1.922	70
71	1.922	1.925	1.927	1.930	1.933	1.935	1.938	1.941	1.943	1.946	1.949	71
72	1.949	1.951	1.954	1.957	1.959	1.962	1.965	1.967	1.970	1.973	1.975	72
73	1.975	1.978	1.981	1.983	1.986	1.989	1.991	1.994	1.997	1.999	2.002	73
74	2.002	2.004	2.007	2.010	2.012	2.015	2.018	2.020	2.023	2.026	2.028	74
75	2.028	2.031	2.034	2.036	2.039	2.042	2.044	2.047	2.050	2.052	2.055	75
76	2.055	2.058	2.060	2.063	2.066	2.068	2.071	2.074	2.076	2.079	2.082	76
77	2.082	2.084	2.087	2.090	2.092	2.095	2.097	2.100	2.103	2.105	2.108	77
78	2.108	2.111	2.113	2.116	2.119	2.121	2.124	2.127	2.129	2.132	2.135	78
79	2.135	2.137	2.140	2.143	2.145	2.148	2.151	2.153	2.156	2.159	2.161	79

Tableau III. — Table des sommes des puissances v

Depuis $n = 1$ jusqu'à $n = 100$,

n	$\frac{n(n+1)}{2}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$	$\frac{n^2(n+1)^2}{4}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)}{30}$
1	1	1	1	1
2	3	5	9	17
3	6	14	36	98
4	10	30	100	354
5	15	55	225	979
6	21	91	441	2275
7	28	140	784	4676
8	36	204	1296	8772
9	45	285	2025	15333
10	55	385	3025	25333
11	66	506	4356	39974
12	78	650	6084	60710
13	91	819	8281	89271
14	105	1015	11025	1 27687
15	120	1240	14400	1 78312
16	136	1496	18496	2 43848
17	153	1785	23409	3 27369
18	171	2109	29241	4 32345
19	190	2470	36100	5 62666
20	210	2870	44100	7 22666
21	231	3311	53361	9 17147
22	253	3795	64009	11 51403
23	276	4324	76176	14 31244
24	300	4900	90000	17 63020
25	325	5525	1 05625	21 53645
26	351	6201	1 23201	26 10621
27	378	6930	1 42884	31 42062
28	406	7714	1 64836	37 56718
29	435	8555	1 89225	44 63999
30	465	9455	2 16225	52 73999
31	496	10416	2 46016	61 97520
32	528	11440	2 78784	72 46096
33	561	12529	3 14721	84 32017
34	595	13685	3 54025	97 68353
35	630	14910	3 96900	112 68978

des n premiers nombres entiers.

pour $\nu = 1, 2, 3, 4$.

n	$\frac{n(n+1)}{2}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$	$\frac{n^2(n+1)^2}{4}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)}{30}$
36	666	16206	4 43556	129 48594
37	703	17575	4 94209	148 22755
38	741	19019	5 49081	169 07891
39	780	20540	6 08400	192 21332
40	820	22140	6 72400	217 81332
41	861	23821	7 41321	246 07093
42	903	25585	8 15409	277 18789
43	946	27434	8 94916	311 37590
44	990	29370	9 80100	348 85686
45	1035	31395	10 71225	389 86311
46	1081	33511	11 68561	434 63767
47	1128	35720	12 72384	483 43448
48	1176	38024	13 82976	536 51864
49	1225	40425	15 00625	594 16665
50	1275	42925	16 25625	656 66665
51	1326	45526	17 58276	724 31866
52	1378	48230	18 98884	797 43482
53	1431	51039	20 47761	876 33963
54	1485	53955	22 05225	961 37019
55	1540	56980	23 71600	1052 87644
56	1596	60116	25 47216	1151 22140
57	1653	63365	27 32409	1256 78141
58	1711	66729	29 27521	1369 94637
59	1770	70210	31 32900	1491 11998
60	1830	73810	33 48900	1620 71998
61	1891	77531	35 75881	1759 17839
62	1953	81375	38 14209	1906 94175
63	2016	85344	40 64256	2064 47136
64	2080	89440	43 26400	2232 24352
65	2145	93665	46 01025	2410 74977
66	2211	98021	48 88521	2600 49713
67	2278	1 02510	51 89284	2802 00834
68	2346	1 07134	55 03716	3015 82210
69	2415	1 11895	58 32225	3242 49331
70	2485	1 16795	61 75225	3472 59331

n	$\frac{n(n+1)}{2}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$	$\frac{n^2(n+1)^2}{4}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)}{30}$
71	2556	1 21836	65 33136	3736 71012
72	2628	1 27020	69 06384	4005 44868
73	2701	1 32349	72 95401	4289 43109
74	2775	1 37825	77 00625	4589 29685
75	2850	1 43450	81 22500	4905 70310
76	2926	1 49226	85 61476	5239 32486
77	3003	1 55155	90 18009	5590 85527
78	3081	1 61239	94 92561	5961 00583
79	3160	1 67480	99 85600	6350 50664
80	3240	1 73880	104 97600	6760 10664
81	3321	1 80441	110 29041	7190 57385
82	3403	1 87165	115 80409	7642 69561
83	3486	1 94054	121 52196	8117 27882
84	3570	2 01110	127 44900	8615 15018
85	3655	2 08335	133 59025	9137 15643

n	$\frac{n(n+1)}{2}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$	$\frac{n^2(n+1)^2}{4}$	$\frac{n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)}{30}$
86	3741	2 15731	139 95081	9684 16459
87	3828	2 23300	146 53584	10257 06220
88	3916	2 31044	153 35056	10856 75756
89	4005	2 38965	160 40025	11484 17997
90	4095	2 47065	167 69025	12140 27997
91	4186	2 55346	175 22596	12826 02958
92	4278	2 63810	183 01284	13542 32254
93	4371	2 72459	191 05641	14290 47455
94	4465	2 81295	199 36225	15071 22351
95	4560	2 90320	207 93600	15885 72976
96	4656	2 99536	216 78336	16735 07632
97	4753	3 08945	225 91009	17620 36913
98	4851	3 18549	235 32201	18542 73729
99	4950	3 28350	245 02500	19503 33330
100	5050	3 38350	255 02500	20503 33330

Tableau IV. — Comparaisons des nombres d'oscillations

$N_c - N_o$ = excès du nombre d'oscillations

1° $N_c - N_o$, en adoptant les valeurs de $A^{(j)}_{m.p}$, $B^{(j)}_{m.p}$, $C^{(j)}_{m.p}$ qui résultent

2° $N'_c - N_o$, en supposant $A^{(j)}_{1.1} - A^{(j)}_{1.2} = A^{(j)}_{2.1} - A^{(j)}_{2.2} = \nu$, et rectifiant les

3° $N''_c - N_o$, en supposant rigoureuses les relations (I) et (III) entre les

4° $N'''_c - N_o$; même supposition, mais en adoptant, pour $B^{(j)}_{m.p}$ les valeurs

	i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$		i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$
$N^{(1)}_{1.1}$	1	+ 0.024	+ 0.002	— 0.004	+ 0.010	$N^{(1)}_{1.2}$	1	+ 0.004	+ 0.034	+ 0.027	+ 0.031
	2	— 0.008	— 0.024	— 0.032	— 0.005		2	+ 0.004	+ 0.026	+ 0.013	+ 0.021
	3	+ 0.004	— 0.006	— 0.019	+ 0.022		3	+ 0.006	+ 0.021	+ 0.004	+ 0.015
	4	— 0.011	— 0.015	— 0.029	+ 0.025		4	+ 0.011	+ 0.020	— 0.000	+ 0.016
	5	— 0.030	— 0.032	— 0.047	+ 0.021		5	— 0.002	+ 0.003	— 0.019	+ 0.001
	6	— 0.026	— 0.024	— 0.038	+ 0.043		6	— 0.031	— 0.030	— 0.052	— 0.030
	7	+ 0.003	+ 0.006	— 0.007	+ 0.088		7	— 0.037	— 0.039	— 0.059	— 0.031
	8	+ 0.035	+ 0.039	+ 0.029	+ 0.138		8	— 0.021	+ 0.006	— 0.012	+ 0.020
	9	+ 0.022	+ 0.027	+ 0.019	+ 0.141		9	+ 0.008	+ 0.004	— 0.010	+ 0.026
	10	+ 0.003	+ 0.007	+ 0.003	+ 0.139		10	— 0.010	— 0.014	— 0.022	+ 0.017
	11	+ 0.017	+ 0.020	+ 0.012	+ 0.161		11	+ 0.045	+ 0.043	+ 0.041	+ 0.084
	12	— 0.014	— 0.013	— 0.005	+ 0.158		12	+ 0.032	+ 0.033	+ 0.040	+ 0.087
	13	— 0.010	— 0.013	+ 0.003	+ 0.180		13	— 0.007	— 0.002	+ 0.015	+ 0.066
	14	— 0.003	— 0.010	+ 0.014	+ 0 204		14	— 0.034	— 0.024	+ 0.003	+ 0.058
$N'^{(1)}_{1.1}$	5	— 0.035	— 0.055	— 0.008	+ 0.131	$N'^{(1)}_{1.2}$	5	— 0.002	— 0.020	— 0.035	+ 0.060
	6	+ 0.028	+ 0.018	+ 0.065	+ 0.231		6	+ 0.006	+ 0.003	— 0.013	+ 0.101
	7	+ 0.012	+ 0.012	+ 0.056	+ 0.250		7	+ 0 005	+ 0.013	— 0.003	+ 0.130
	8	+ 0.040	+ 0.045	+ 0.083	+ 0.305		8	+ 0.015	+ 0.030	+ 0.015	+ 0.167
	9	— 0.040	— 0.031	— 0.002	+ 0.247		9	— 0.034	— 0.016	— 0.029	+ 0.141
	10	+ 0.013	+ 0 023	+ 0.039	+ 0.316		10	— 0.043	— 0.024	— 0.035	+ 0.154
	11	+ 0.018	+ 0.027	+ 0.029	+ 0.334		11	+ 0.079	+ 0.095	+ 0.087	+ 0.295
	12	— 0.063	— 0.059	— 0.076	+ 0 257		12	— 0.008	+ 0.002	— 0.002	+ 0.225
	13	— 0.002	+ 0.005	— 0.044	+ 0.316		13	— 0.015	— 0.015	— 0.015	+ 0.231
	14	+ 0.031	— 0.020	— 0.044	+ 0.344						
$N''^{(1)}_{1.1}$	»	»	»	»	»	$N''^{(1)}_{1.2}$	10	+ 0.030	+ 0.025	+ 0.048	— 0.332
	»	»	»	»	»		11	— 0.064	— 0.061	— 0.048	— 0.466
	12	»	»	»	— 0.711		12	+ 0.005	+ 0.011	+ 0.014	— 0.442
	»	»	»	»	»		13	+ 0.056	+ 0.060	+ 0.052	— 0.442
	»	»	»	»	»		14	— 0.030	— 0.034	— 0.057	— 0.589

observés avec ceux qui résultent des diverses approximations.

calculé sur le nombre d'oscillations observé:

du développement de chaque série de raies considérée à part (n° **2**);

$B^{(j)}_{m.\,p}$ et $C^{(j)}_{m.\,p}$ (n° **5**);

$A^{(j)}_{m.\,p}$ et les $C^{(j)}_{m.\,p}$, et après la troisième approximation des $B^{(j)}_{m.\,p}$ (n° 8);

qui résultent de la discussion au n° **9**.

	i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_c$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$		i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$
$N^{(1)}_{2.1}$	»	»	»	»	»	$N^{(1)}_{2.2}$	16	— 0.058	— 0.103	— 0.153	+ 0.129
	17	— 0.088	— 0.151	— 0.206	+ 0.004		17	— 0.053	— 0.084	— 0.131	+ 0.169
	18	— 0.019	— 0.062	— 0.114	+ 0.108		18	+ 0.009	— 0.010	— 0.053	+ 0.264
	19	+ 0.038	+ 0.012	— 0.037	+ 0.198		19	+ 0.080	+ 0.070	+ 0.032	+ 0.367
	20	+ 0.071	+ 0.062	+ 0.015	+ 0.262		20	+ 0.080	+ 0.078	+ 0.044	+ 0.397
	21	+ 0.063	+ 0.066	+ 0.024	+ 0.283		21	+ 0.036	+ 0.042	+ 0.075	+ 0.445
	22	+ 0.032	+ 0.046	+ 0.008	+ 0.280		22	+ 0.001	+ 0.013	— 0.012	+ 0.376
	23	— 0.011	+ 0.011	— 0.021	+ 0.263		23	— 0.037	— 0.020	— 0.040	+ 0.365
	24	— 0.038	— 0.009	— 0.035	+ 0.261		24	— 0.026	— 0.007	— 0.022	+ 0.401
	25	— 0.016	+ 0.015	— 0.005	+ 0.304		25	— 0.018	+ 0.004	— 0.007	+ 0.434
	26	— 0.007	+ 0.025	+ 0.012	+ 0.333		26	+ 0.010	+ 0.030	+ 0.025	+ 0.483
	27	+ 0.009	+ 0.040	+ 0.036	+ 0.369		27	+ 0.015	+ 0.034	+ 0.034	+ 0.510
	28	+ 0.003	+ 0.029	+ 0.033	+ 0.379		28	— 0.003	+ 0.014	+ 0.019	+ 0.513
	29	+ 0.004	+ 0.024	+ 0.037	+ 0.395		29	+ 0.008	+ 0.020	+ 0.031	+ 0.542
	30	— 0.037	— 0.026	— 0.005	+ 0.365		30	— 0.043	— 0.036	— 0.020	+ 0.509
	31	— 0.054	— 0.051	— 0.019	+ 0.364		31	— 0.056	— 0.057	— 0.035	+ 0.512
	32	— 0.047	— 0.060	— 0.017	+ 0.378		32	— 0.041	— 0.051	— 0.024	+ 0.540
	33	— 0.017	— 0.046	+ 0.009	+ 0.417		33	+ 0.011	— 0.008	+ 0.025	+ 0.607
	34	+ 0.112	+ 0.064	+ 0.131	+ 0.551		34	+ 0.083	+ 0.051	+ 0.090	+ 0.659
$N'^{(1)}_{2.1}$	18	— 0.024	— 0.057	— 0.132	— 1.521	$N'^{(1)}_{2.2}$	»	»	»	»	»
	19	+ 0.017	+ 0.013	— 0.049	— 1.516		19	+ 0.010	+ 0.020	— 0.030	1.426
	20	+ 0.014	+ 0.020	— 0.027	— 1.571		20	— 0.010	— 0.009	— 0.048	— 1.517
	21	— 0.004	+ 0.014	— 0.017	— 1.638		21	— 0.005	— 0.010	— 0.037	— 1.580
	22	+ 0.012	+ 0.034	+ 0.022	— 1.676		22	+ 0.016	+ 0.008	— 0.007	— 1.623
	23	— 0.008	+ 0.010	+ 0.018	— 1.757		23	+ 0.002	— 0.006	— 0.005	— 1.695
	24	— 0.046	— 0.036	— 0.006	— 1.859		24	— 0.017	— 0.023	— 0.005	— 1.768
	25	+ 0.049	+ 0.043	+ 0.097	— 1.833		25	— 0.001	— 0.001	+ 0.033	— 1.803
	26	— 0.013	— 0.040	+ 0.040	— 1.967		26	+ 0.010	+ 0.018	+ 0.072	— 1.838

	i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$		i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$
$N^{(2)}_{1.1}$	1	— 0.032	— 0.012	— 0.001	— 0.006	$N^{(2)}_{1.2}$	1	— 0.033	— 0.064	— 0.052	— 0.070
	2	+ 0.027	+ 0.042	+ 0.062	+ 0.053		2	+ 0.005	— 0.018	+ 0.004	— 0.033
	3	— 0.014	— 0.005	+ 0.022	+ 0.008		3	+ 0.024	+ 0.009	+ 0.038	— 0.017
	4	— 0.006	— 0.001	+ 0.032	+ 0.013		4	+ 0.006	— 0.001	+ 0.033	— 0.040
	5	+ 0.032	+ 0.033	+ 0.068	+ 0.045		5	— 0.009	— 0.011	+ 0.026	— 0.065
	6	+ 0.029	+ 0.029	+ 0.064	+ 0.036		6	+ 0.019	+ 0,021	+ 0.059	— 0.051
	7	— 0.003	— 0.007	+ 0.027	— 0.006		7	+ 0.020	+ 0.025	+ 0.061	— 0.067
	8	— 0.007	— 0.011	+ 0.020	— 0.017		8	+ 0.013	+ 0.021	+ 0.053	— 0.093
	9	+ 0.001	— 0.005	+ 0.020	— 0.022		9	— 0.011	— 0.003	+ 0.024	— 0.140
	10	+ 0.016	+ 0.011	+ 0.028	— 0.018		10	— 0.023	— 0.014	+ 0.004	— 0.179
	11	— 0.068	— 0.072	— 0.062	— 0.113		11	— 0.021	— 0.014	— 0.007	— 0.208
	12	— 0.012	— 0.015	— 0.020	— 0.076		12	+ 0.003	+ 0.008	+ 0.003	— 0.216
	13	+ 0.033	+ 0.033	+ 0.015	— 0.045		13	+ 0.010	+ 0.011	— 0.009	— 0.247
	14	— 0.031	— 0.029	— 0.064	— 0.129		14	— 0.080	— 0.084	— 0.118	— 0.374
	15	+ 0.033	+ 0.040	— 0.013	— 0.083		15	+ 0.072	+ 0.062	+ 0.005	— 0.269
$N^{(3)}_{1.1}$	0	— 0.009	+ 0.006	+ 0.006	+ 0.006	$N^{(3)}_{1.2}$	0	+ 0.029	— 0.018	— 0.018	— 0.018
	1	+ 0.001	+ 0.010	+ 0.002	+ 0.007		1	+ 0.023	— 0.005	— 0.042	— 0.063
	2	— 0.012	— 0.006	— 0.019	— 0.009		2	— 0.088	— 0.001	— 0.164	— 0.207
	3	+ 0.017	+ 0.019	+ 0.002	+ 0.017		3	+ 0.007	+ 0.004	— 0.072	— 0.136
	4	+ 0.014	+ 0.013	— 0.004	+ 0.016		4	— 0.004	+ 0.001	— 0.075	— 0.160
	5	+ 0.019	+ 0.018	+ 0.002	+ 0.027		5	+ 0.009	+ 0.019	— 0.047	— 0.153
	6	— 0.015	— 0.017	— 0.029	+ 0.001		6	+ 0.017	+ 0.028	— 0.014	— 0.142
	7	0.000	— 0.002	— 0.009	+ 0.026		7	0.000	+ 0.008	+ 0.002	— 0.147
	8	— 0.036	— 0.037	— 0.036	+ 0 004		8	+ 0.069	+ 0.070	+ 0.111	— 0.059
	9	— 0.013	— 0.012	— 0.001	+ 0.044		9	— 0.059	— 0.067	+ 0.034	— 0.158
	10	+ 0.029	+ 0.033	+ 0.057	+ 0.107						
$N^{(4)}_{1.1}$	1	— 0.025	+ 0.037	+ 0.164	»	$N^{(4)}_{1.2}$	1	— 0.010	— 0.031	+ 0.044	»
	2	+ 0.037	+ 0.049	+ 0.239	»		2	+ 0.007	+ 0.003	+ 0.113	»
	3	+ 0.011	— 0.005	+ 0.179	»		3	+ 0.027	+ 0.031	+ 0.139	»
	4	— 0.002	— 0.026	+ 0.087	»		4	— 0.021	— 0.013	+ 0.053	
	5	— 0.052	— 0.064	— 0.090	»		5	— 0.015	— 0.012	— 0.027	»
	6	+ 0.031	+ 0.051	— 0.179	»		6	+ 0.012	+ 0.007	— 0.128	»

	i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$		i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$
$N^{(2)}_{2.1}$	»	»	»	»	»	$N^{(2)}_{2.2}$	12	+ 0.028	— 0.044	+ 0.054	— 0.015
	13	+ 0.003	— 0.091	+ 0.020	— 0.088		13	— 0.012	— 0.057	+ 0.037	— 0.038
	14	— 0.004	— 0.060	+ 0.045	— 0.071		14	— 0.006	— 0.028	+ 0.061	— 0.020
	15	+ 0.006	— 0.018	+ 0.078	— 0.046		15	+ 0.007	+ 0.005	+ 0.085	— 0.001
	16	+ 0.004	+ 0.007	+ 0.093	— 0.039		16	— 0.023	— 0.011	+ 0.061	— 0.031
	17	0.000	+ 0.023	+ 0.096	— 0.045		17	— 0.007	+ 0.017	+ 0.077	— 0.021
	18	— 0.006	+ 0.031	+ 0.090	— 0.059		18	— 0 024	+ 0.007	+ 0.054	— 0.050
	19	+ 0.006	+ 0.050	+ 0.092	— 0.065		19	— 0.005	+ 0.029	+ 0.062	— 0.047
	20	— 0.016	+ 0.032	+ 0.054	— 0.112		20	0.000	+ 0.034	+ 0.050	— 0.065
	21	— 0.018	+ 0.025	+ 0.026	— 0.148		21	+ 0.002	+ 0.032	+ 0.029	— 0.092
	22	— 0.013	+ 0.021	0.000	— 0.182		22	+ 0.020	+ 0.042	+ 0.020	— 0.107
	23	+ 0.040	+ 0.058	+ 0.011	— 0.079		23	+ 0.024	+ 0.035	— 0.010	— 0.142
	24	+ 0.030	+ 0.026	— 0.048	— 0.247		24	+ 0.046	+ 0.040	— 0.029	— 0.167
	25	— 0.005	— 0.033	— 0.136	— 0.343		25	+ 0.013	— 0.013	— 0.108	— 0.252
	26	— 0.025	— 0.091	— 0.226	— 0.441		26	— 0.063	— 0.113	— 0.235	— 0.385
$N^{(3)}_{2.1}$	»	»	»	»	»	$N^{(3)}_{2.2}$	9	— 0.025	— 0.031	— 0.078	— 0.107
	10	— 0.028	— 0.052	— 0.085	— 0.138		10	+ 0.006	+ 0.003	— 0.045	— 0.077
	11	— 0.001	— 0.015	— 0.047	— 0.105		11	+ 0.011	+ 0.010	— 0.036	— 0.071
	12	+ 0.002	— 0.005	— 0.016	— 0.079		12	— 0.010	— 0.010	— 0.053	— 0.092
	13	+ 0.027	+ 0.027	— 0.001	— 0.070		13	+ 0.014	+ 0.014	— 0.025	— 0.067
	14	+ 0.018	+ 0.023	— 0.001	— 0.075		14	+ 0.030	+ 0.032	— 0.002	— 0.047
	15	+ 0.043	+ 0.051	+ 0.031	— 0.048		15	+ 0.022	+ 0.024	— 0.004	— 0.052
	16	+ 0.003	+ 0.012	— 0.003	— 0.087		16	+ 0.006	+ 0.009	— 0.011	— 0.062
	17	— 0.023	— 0.012	— 0.023	— 0.113		17	— 0.025	— 0.023	— 0.034	— 0.089
	18	— 0.035	— 0.025	— 0.029	— 0.124		18	— 0.043	— 0.041	— 0.043	— 0.101
	19	— 0.032	— 0.025	— 0.022	— 0.122		19	— 0.036	— 0.035	— 0.025	— 0.086
	20	+ 0.004	+ 0.009	+ 0.020	— 0.085		20	+ 0.014	+ 0.015	+ 0.036	— 0.028
	21	+ 0.006	+ 0.005	+ 0.025	— 0.086		21	+ 0.018	+ 0.018	+ 0.053	— 0.014
	22	+ 0.021	+ 0.021	+ 0.044	— 0.072		22	+ 0.026	+ 0.025	+ 0.074	+ 0.003
	23	+ 0.002	— 0.013	+ 0.026	— 0.095		23	— 0.012	— 0.015	+ 0.050	— 0.024
$N^{(4)}_{2.1}$	»	»	»	»	»	$N^{(4)}_{2.2}$	7	+ 0.008	+ 0.104	+ 0.135	»
	8	+ 0.011	+ 0.061	+ 0.070	»		8	+ 0.011	+ 0.052	+ 0.082	»
	9	+ 0.010	+ 0.028	+ 0.036	»		9	— 0.008	— 0.009	+ 0.018	»
	10	— 0.002	— 0.008	— 0.001	»		10	— 0.009	— 0.039	— 0.018	»
	11	— 0.024	— 0.045	— 0.040	»		11	— 0.024	— 0.070	— 0.054	»
	12	— 0.016	— 0.044	— 0.042	»		12	— 0.010	— 0.060	— 0.052	»
	13	+ 0.001	— 0.024	— 0.025	»		13	+ 0.002	— 0.039	— 0.041	»
	14	— 0.003	— 0.017	— 0.020	»		14	+ 0.041	+ 0 021	+ 0.009	»
	15	+ 0.053	+ 0.059	+ 0.052	»		15	+ 0.027	+ 0.043	+ 0.018	»
	16	— 0.031	+ 0.003	— 0.007	»		16	— 0.037	+ 0.024	— 0.014	»

	i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$		i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$
$N^{(4)}_{1.1}$ [1]	1	»	»	+ 0.143	+ 0.225	$N^{(4)}_{1.2}$ [1]	1	»	»	+ 0.021	+ 0.066
	2	»	»	+ 0.207	+ 0.371		2	»	»	+ 0.081	+ 0.172
	3	»	»	+ 0.148	+ 0.394		3	»	»	+ 0.107	+ 0.243
	4	»	»	+ 0.067	+ 0.314		4	»	»	+ 0.034	+ 0.215
	5	»	»	— 0.085	+ 0,324		5	»	»	— 0.023	+ 0.203
	6	»	»	— 0.141	+ 0.350		6	»	»	— 0.088	+ 0.184
$N^{(5)}_{1.1}$	1	— 0.099	— 0.508	— 0.582	— 1.436	$N^{(5)}_{1.2}$	1	+ 0.004	+ 0.008	— 0.006	+ 0.103
	2	+ 0 175	+ 0.174	+ 0.076	— 1.631		2	— 0.014	— 0.015	— 0.032	+ 0.187
	3	+ 0.078	+ 0.260	+ 0.182	— 2.379		3	+ 0.013	+ 0.012	+ 0.006	+ 0.334
	4	— 0.277	— 0.142	— 0.150	— 3.565		4	— 0.005	— 0.003	+ 0.013	+ 0.450
	5	+ 0.127	— 0.011	+ 0.097	— 4.171						
$N^{(5)}_{1.1}$ [2]	0	»	»	»	— 0.567						
	1	»	»	»	+ 0.404						
	2	»	»	»	+ 0,429						
	3	»	»	»	+ 0.211						
	4	»	»	»	+ 0.575						

Tableau V. — Comparaison entre les mesures de

λ d'après Lester	λ d'après Higgs	Différence $\frac{1}{2}(\lambda_L - \lambda_H)$	$N'_c - N_o$
7621.27	7621.260	+ 0.010	— 0.103
23.53	23.535	— 0.005	— 0.151
24.77	24.765	+ 0.005	— 0.084
27.30	27.310	— 0.010	— 0.062
28.52	28.480	+ 0.040	— 0.010
31.28	31.275	+ 0.005	+ 0.012
32.49	32.445	+ 0.045	+ 0.070
35.47	35.460	+ 0.010	+ 0.062
36.65	36.59	+ 0.060	+ 0.078
39.86	39.840	+ 0.020	+ 0.066
41.01	40.97	+ 0.040	+ 0.042
44.46	44.470	— 0.010	+ 0.046
45.59	45.57	+ 0.020	+ 0.013
49.27	49.305	— 0.035	+ 0.011
50.40	50.39	+ 0.010	— 0.020

[1] Calculées par la formule de la queue.

[2] Si l'on change le numéro d'ordre des raies, on obtient les valeurs de $N''_c - N_o$ dans la 6e colonne.

	i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$		i	$N_c - N_o$	$N'_c - N_o$	$N''_c - N_o$	$N'''_c - N_o$
$N^{(4)}_{2.1}$ [1]	»	»	»	»	»	$N^{(4)}_{2.2}$ [1]	7	»	»	+ 0.367	— 0.080
	8	»	»	+ 0.300	— 0.179		8	»	»	+ 0.302	— 0.209
	9	»	»	+ 0.244	— 0.295		9	»	»	+ 0.215	— 0.360
	10	»	»	+ 0.173	— 0.426		10	»	»	+ 0.144	— 0.495
	11	»	»	+ 0.089	— 0.570		11	»	»	+ 0.061	— 0.642
	12	»	»	+ 0.031	— 0.688		12	»	»	+ 0.006	— 0.761
	13	»	»	— 0.020	— 0.799		13	»	»	— 0.052	— 0.883
	14	»	»	— 0.095	— 0.934		14	»	»	— 0.082	— 0.975
	15	»	»	— 0.114	— 1.013		15	»	»	— 0.165	— 1.124
	16	»	»	— 0.274	— 1.233		16	»	»	— 0.301	— 1.324
$N^{(5)}_{2.1}$	»	»	»	»	»	$N^{(5)}_{2.2}$	5	— 0.050	+ 0.192	»	»
	6	— 0.003	+ 0.173	»	»		6	+ 0.052	+ 0.045	»	»
	7	+ 0.016	— 0.042	»	»		7	+ 0.036	— 0.105	»	»
	8	— 0.024	— 0.169	»	»		8	— 0.001	— 0.158	»	»
	9	+ 0.016	— 0.068	»	»		9	— 0.065	— 0.123	»	»
	10	— 0.003	+ 0.121	»	»		10	+ 0.031	+ 0.189	»	»
$N^{(5)}_{2.1}$ [2]	»	»	»	»	»	$N^{(5)}_{2.2}$ [2]	6	»	+ 0.147	+ 0.204	+ 1.263
	7	»	+ 0.153	+ 0.079	+ 1.268		7	»	+ 0.042	+ 0.088	+ 1.323
	8	»	— 0.038	— 0.088	+ 1.271		8	»	— 0.085	— 0.058	+ 1.354
	9	»	— 0.156	— 0.172	+ 1.357		9	»	— 0.134	— 0.129	+ 1.459
	10	»	— 0.060	— 0.033	+ 1.665		10	»	— 0.112	— 0.138	+ 1.626
	11	»	+ 0.108	+ 0.185	+ 2.053		11	»	+ 0.167	+ 0.106	+ 2.047

M. Lester et celles de M. Higgs pour la bande A.

λ d'après Lester	λ d'après Higgs	Différence $\frac{1}{2}(\lambda_L - \lambda_H)$	$N'_c - N_o$
7654.33	7654.360	— 0.030	— 0.009
55.45	55.448	+ 0.020	— 0.007
59.62	59.615	+ 0.005	+ 0.045
60.73	60.715	+ 0.015	+ 0.004
65.14	65.148	— 0.008	+ 0.025
66.25	66.218	+ 0.032	+ 0.030
70.89	70.880	+ 0.010	+ 0.040
71.97	71.945	+ 0.025	+ 0.034
76.86	76.840	+ 0.020	+ 0.029
77.92	77.89	+ 0.030	+ 0.014
83.06	83.025	+ 0.035	+ 0.024
84.11	84.075	+ 0.035	+ 0.020
89.47	89.450	+ 0.020	— 0.026
90.50	90.49	+ 0.010	— 0.036

[1] Calculé par la formule qui se rapporte à la tête de la bande.
[2] Ces nombres sont obtenues en changeant le numéro d'ordre des raies.

Tableau VI. — Comparison des longueurs d'onde observées avec

λ_o = longueur d'onde observée, exprimée

λ_c = longueurs

$\lambda_c - \lambda_o$ = excès de la longueur d'onde

	i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$		i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$
$\lambda_{1.1}^{(1)}$	1	7594.00	7593.995	— 0.005	$\lambda_{1.2}^{(1)}$	1	7595.27	7595.252	— 0.018
	2	7594.28	7594.286	+ 0.006		2	7595.55	7595.541	— 0.009
	3	7594.81	7594.784	— 0.026		3	7596.06	7596.052	— 0.008
	4	7595.55	7595.539	— 0.011		4	7596.79	7596.785	— 0.005
	5	7596.51	7596.499	— 0.011		5	7597.74	7597.740	0.000
	6	7597.70	7597.681	— 0.019		6	7598.90	7598.918	+ 0.018
	7	7599.14	7599.088	— 0.052		7	7600.30	7600.317	+ 0.017
	8	7600.80	7600.716	— 0.084		8	7601.95	7601.940	— 0.010
	9	7602.65	7602.570	— 0.080		9	7603.80	7603.787	— 0.013
	10	7604.73	7604.648	— 0.082		10	7605.87	7605.857	— 0.013
	11	7607.05	7606.955	— 0.095		11	7608.20	7608.152	— 0.048
	12	7609.57	7609.475	— 0.095		12	7610.72	7610.669	— 0.051
	13	7612.33	7612.226	— 0.104		13	7613.45	7613.411	— 0.039
	14	7615.32	7615.206	— 0.114		14	7616.41	7616.374	— 0.036
$\lambda_{1.1}^{\prime(1)}$	5	7597.00	7596.926	— 0.074	$\lambda_{1.2}^{\prime(1)}$	5	7598.20	7598.168	— 0.032
	6	7598.29	7598.156	— 0.134		6	7599.45	7599.392	— 0.058
	7	7599.74	7599.594	— 0.146		7	7600.90	7600.825	— 0.075
	8	7601.42	7601.244	— 0.176		8	7602.57	7602.468	— 0.102
	9	7603.25	7603.104	— 0.146		9	7604.40	7604.324	— 0.076
	10	7605.36	7605.175	— 0.185		10	7606.48	7606.386	— 0.094
	11	7607.65	7607.458	— 0.192		11	7608.83	7608.660	— 0.170
	12	7610.10	7609.951	— 0.149		12	7611.28	7611.146	— 0.134
	13	7612.84	7612.657	— 0.183		13	7613.98	7613.843	— 0.137
	14	7615.78	7615.576	— 0.204					
$\lambda_{1.1}^{\prime\prime(1)}$	»	»	»	»	$\lambda_{1.2}^{\prime\prime(1)}$	10	7606.48	7606.719	+ 0.239
	»	»	»	»		11	7608.83	7609.101	+ 0.271
	12	7610.10	7610.511	+ 0.411		12	7611.45	7611.706	+ 0.256
	»	»	»	»		13	7614.28	7614.535	+ 0.255
	»	»	»	»		14	7617.25?	7617.592	+ 0.342
$\lambda_{1.1}^{(2)}$	1	6867.458	6867.463	+ 0.005	$\lambda_{1.2}^{(2)}$	1	6868.457	6868.488	+ 0.031
	2	6867.794	6867.770	— 0.024		2	6868.780	6868.792	+ 0.012
	3	6868.337	6868.330	— 0.007		3	6869.338	6869.346	+ 0.008
	4	6869.144	6869.138	— 0.006		4	6870.130	6870.151	+ 0.021
	5	6870.220	6870.201	— 0.019		5	6871.180	6871.206	+ 0.026

celles qui résultent de la théorie provisoire. (IIième Partie, n° 12.)

en dix-millionièmes du millimètre;
d'onde calculée;
calculée sur la longueur d'onde observée.

	i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$		i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$
$\lambda_{2.1}^{(1)}$	»	»	»		$\lambda_{2.2}^{(1)}$	16	7621.27	7621.193	— 0.077
	17	7623.53	7623.526	— 0.004		17	7624.77	7624.670	— 0.100
	18	7627.30	7627.234	— 0.066		18	7628.52	7628.365	— 0.155
	19	7631.28	7633.165	— 0.115		19	7632.49	7632.284	— 0.206
	20	7635.47	7635.317	— 0.153		20	7636.65	7636.442	— 0.208
	21	7639.86	7639.693	— 0.167		21	7641.01	7640.749	— 0.261
	22	7644.46	7644.302	— 0.158		22	7645.59	7645.370	— 0.220
	23	7649.27	7649.115	— 0.155		23	7650.40	7650.180	— 0.220
	24	7654.33	7654.166	— 0.164		24	7655.45	7655.214	— 0.236
	25	7659.62	7659.441	— 0.179		25	7660.73	7660.474	— 0.256
	26	7665.14	7664.943	— 0.197		26	7666.25	7665.961	— 0.289
	27	7670.89	7670.675	— 0.215		27	7671.97	7671.675	— 0.295
	28	7676.86	7676.629	— 0.231		28	7677.92	7677.618	— 0.302
	29	7683.06	7682.828	— 0.232		29	7684.11	7683.791	— 0.319
	30	7689.47	7689.249	— 0.221		30	7690.50	7690.194	— 0.306
	31	7696.11	7695.903	— 0.207		31	7697.13	7696.829	— 0.301
	32	7703.02	7702.794	— 0.226		32	7704.02	7703.698	— 0.322
	33	7710.16	7709.915	— 0.245		33	7711.16	7710.801	— 0.359
	34	7717.60	7717.275	— 0.325		34	7718.55	7718.137	— 0.413
$\lambda_{2.1}'^{(1)}$	18	7622.06	7622.942	+ 0.882	$\lambda_{2.2}'^{(1)}$	»			
	19	7625.62	7626.504	+ 0.884		19	7626.79	7627.622	+ 0.832
	20	7629.36	7630.273	+ 0.913		20	7630.50	7631.378	+ 0.878
	21	7633.29	7634.250	+ 0.960		21	7634.42	7635.342	+ 0.922
	22	7637.46	7638.438	+ 0.978		22	7638.57	7639.515	+ 0.945
	23	7641.81	7642.835	+ 1.025		23	7642.91	7643.897	+ 0.987
	24	7646.36	7647.444	+ 1.084		24	7647.46	7648.490	+ 1.030
	25	7651.19	7652.264	+ 1.074		25	7652.24	7653.294	+ 1.054
	26	7656.14	7657.465	+ 1.325		26	7657.23	7658.310	+ 1.080
$\lambda_{2.1}^{(2)}$	»	»	»	»	$\lambda_{2.2}'^{(2)}$	12	6884.080	6884.085	+ 0.005
	13	6886.004	6886.050	+ 0.046		13	6886.982	6886.994	+ 0.012
	14	6889.183	6889.216	+ 0.033		14	6890.144	6890.151	+ 0.007
	15	6892.614	6892.633	+ 0.019		15	6893.559	6893.558	— 0.001
	16	6896.282	6896.301	+ 0.019		16	6897.197	6897.215	+ 0.018

	i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$		i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$
$\lambda_{1.1}^{(2)}$	6	6871.528	6871.513	— 0.015	$\lambda_{1.2}^{(2)}$	6	6872.489	6872.513	+ 0.024
	7	6873.078	6873.076	— 0.002		7	6874.039	6874.070	+ 0.031
	8	6874.888	6874.893	+ 0.005		8	6875.830	6875.878	+ 0.048
	9	6876.953	6876 961	+ 0.008		9	6877.878	6877.940	+ 0.062
	10	6879.275	6879.283	+ 0.008		10	6880.173	6880.254	+ 0 081
	11	6881.80	6881.856	+ 0.056		11	6882.72	6882.821	+ 0.101
	12	6884.65	6884.687	+ 0.037		12	6885.54	6885.641	+ 0.101
	13	6887.75	6887.770	+ 0.020		13	6888.60	6888.715	+ 0.115
	14	6891.05	6891.110	+ 0.060		14	6891.87	6892.042	+ 0.172
	15	6894.67	6894.705	+ 0.035		15	6895.50	6895.630	+ 0.130
$\lambda_{1.1}^{(3)}$	0	6276.81	6276.806	— 0.004	$\lambda_{1.2}^{(3)}$	0	6277.66	6277.668	+ 0.008
	1	6277.03	6277.030	0.000		1	6277.86	6277.886	+ 0.026
	2	6277.52	6277.522	+ 0.002		2	6278.29	6278.372	+ 0.082
	3	6278.29	6278.280	— 0.010		3	6279.07	6279.124	+ 0.054
	4	6279.31	6279.305	— 0.005		4	6280.08	6280.145	+ 0.065
	5	6280.61	6280.598	— 0.012		5	6281.37	6281.432	+ 0.062
	6	6282 16	6282.160	0.000		6	6282.93	6282.986	+ 0.056
	7	6284.00	6283.990	— 0.010		7	6284.75	6284.810	+ 0.060
	8	6286.09	6286.090	0.000		8	6286.88	6286.901	+ 0.021
	9	6288.48	6288.458	— 0.022		9	6289.20	6289.261	+ 0 061
	10	6291.14	6291.096	— 0.044					
$\lambda_{1.1}^{(4)}$	1	5788.33	5788.251	— 0.079	$\lambda_{1.2}^{(4)}$	1	5789.00	5788.978	— 0.022
	2	5788.75	5788.625	— 0.125		2	5789.40	5789.346	— 0.054
	3	5789.40	5789.270	— 0.130		3	5790.07	5789.985	— 0.085
	4	5790.32	5790.189	— 0.131		4	5790.97	5790.897	— 0.073
	5	5791.49	5791.380	— 0.110		5	5792.15	5792.082	— 0.068
	6	5792.96	5792.845	— 0.115		6	5793.60	5793.539	— 0.061
$\lambda_{1.1}^{(5)}$	0	5378.38	5378.529	+ 0.149	$\lambda_{1.2}^{(5)}$	»	»	»	»
	1	5378.85	5378.795	— 0.055		1	5379.45	5379.421	— 0.029
	2	5379.45	5379.326	— 0.129		2	5380.00	5379.947	— 0.053
	3	5380.20	5380.014	— 0.060		3	5380 85	5380.753	— 0.097
	4	5381.40	5381.234	— 0.166		4	5381.97	5381.839	— 0.131

	i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$		i	λ_o	λ_c	$\lambda_c - \lambda_o$
$\lambda_{2.1}^{(2)}$	17	6900.196	6900.221	+ 0.025	$\lambda_{2.2}^{(2)}$	17	6901.116	6901.124	+ 0.008
	18	6904.363	6904 393	+ 0.030		18	6905.263	6905.284	+ 0.021
	19	6908.785	6908.818	+ 0.033		19	6909.677	6909.698	+ 0.021
	20	6913.449	6913.499	+ 0.050		20	6914.331	6914.366	+ 0.035
	21	6918.365	6918.434	+ 0.069		21	6919.245	6919.289	+ 0.044
	22	6923.542	6923.626	+ 0.084		22	6924.416	6924.468	+ 0.052
	23	6928.986	6929.028	+ 0.042		23	6929.839	6929.903	+ 0.064
	24	6934.669	6934.785	+ 0.116		24	6935.518	6935.598	+ 0.080
	25	6940.584	6940.754	+ 0.170		25	6941.430	6941.553	+ 0.123
	26	6946.770	6946.784	+ 0.214		26	6947.580 ?	6947.767	+ 0.187
$\lambda_{2.1}^{(3)}$	»	»	»	»	$\lambda_{2.2}^{(3)}$	9	6287.94	6287.984	+ 0.044
	10	6289.60	6289.654	+ 0.054		10	6290.42	6290.449	+ 0.029
	11	6292.35	6292.391	+ 0.041		11	6293.15	6293.179	+ 0.029
	12	6295.36	6295.389	+ 0.029		12	6296.14	6296.175	+ 0.035
	13	6298.64	6298.669	+ 0.029		13	6299.41	6299.438	+ 0.028
	14	6302.18	6302.209	+ 0.029		14	6302.95	6302.969	+ 0.019
	15	6306.00	6306.018	+ 0.018		15	6306.75	6306.768	+ 0.018
	16	6310.06	6310.098	+ 0.038		16	6310.81	6310.837	+ 0.027
	17	6314.40	6314.448	+ 0.048		17	6315.14	6315.177	+ 0.037
	18	6819.02	6319.072	+ 0.052		18	6319.75	6319.789	+ 0.039
	19	6323.92	6323.968	+ 0.048		19	6324.74	6324.673	+ 0.033
	20	6329.10	6329.137	+ 0.037		20	6329.82	6329.833	+ 0.013
	21	6334.55	6334.584	+ 0.034		21	6335.26	6335.267	+ 0.007
	22	6340.28	6340.307	+ 0.027		22	6340.98	6340.977	— 0.003
	23	6346.27	6346.309	+ 0.039		23	6346.96	6346.965	+ 0.005
$\lambda_{2.1}^{(4)}$	»	»	»	»	$\lambda_{2.2}^{(4)}$	7	5796.30	5796.331	+ 0.031
	8	5797.76	5797.820	+ 0.060		8	5798.43	5798.500	+ 0.070
	9	5800.18	5799.277	+ 0.097		9	5800.83	5800.948	+ 0.118
	10	5802.87	5803.015	+ 0.045		10	5803.51	5803.678	+ 0.168
	11	5805.84	5806.034	+ 0.194		11	5806.47	5806.687	+ 0.217
	12	5809.10	5809.331	+ 0.231		12	5809.72	5809.977	+ 0.257
	13	5812.64	5812.913	+ 0.273		13	5813.25	5813.549	+ 0.299
	14	5816.46	5817.777	+ 0.317		14	5817.07	5817.404	+ 0.334
	15	5820.58	5820.926	+ 0.346		15	5821.16	5821.543	+ 0.383
	16	5824.94	5824.360	+ 0.420		16	5825.52	5825.967	+ 0.447
$\lambda_{2.1}^{(5)}$	»	»	»	»	$\lambda_{2.2}^{(5)}$	6	5384.27	5383.906	— 0.364
	7	5385.45	5385.081	— 0.369		7	5386.05	5385.666	— 0.384
	8	5387.50	5387.127	— 0.373		8	5388.10	5387.706	— 0 394
	9	5389.85	5389.457	— 0.393		9	5390.45	5390.026	— 0.424
	10	5392.55	5392.064	— 0.486		10	5393.10	5392.625	— 0.475
	11	5395.55	5394.954	— 0.596		11	5396.10	5395.506	— 0.494

TABLE DES MATIÈRES.

Page

1ière Partie. — Analogies des spectres de bandes et des oscillations électriques 3
1. Généralités 3
2. Introduction 3
3. Formation d'une équation différentielle qui admet comme intégrale une fonction périodique où le nombre de vibrations à la valeur $s = a + bi^2$ 4
4. Analogie avec les oscillations électriques 5
5. Cas de plusieurs paramètres 6
6. Analogies électromagnétiques 8
7. Equation généralisée 8
8. Difficultés soulevées par les termes de degré impair 9
9. Interpretation des dérivées partielles d'ordre supérieur au second 10
10. Explication des termes de degré impair dans le nombre de vibrations 12
11. Conclusion 14

2ième Partie. — Application des formules précédentes aux observations 15
1. Choix du spectre étudié 15
2. Formules propres à représenter les raies de chaque série du spectre 16
3. Relations entre les coefficients 18
4. Relations entre les coefficients $A^{(j)}_{m.p}$ 18
5. Nouveau calcul des coefficients $B^{(j)}_{m.p}$, $C^{(j)}_{m.p}$ 21
6. Étude des différences $B^{(j)}_{m.1} - B^{(j)}_{m.2}$, $C^{(j)}_{m.1} - C^{(j)}_{m.2}$ 24
7. Relation entre les coefficients $C^{(j)}_{m}$ 25
8. Troisième approximation des coefficients $B^{(j)}_{m.p}$ 28
9. Relations entre les $B^{(j)}_{m.p}$ 29
10. Développement des coefficients $A^{(j)}_{m}$ 33
11. Résumé des formules 36
12. Comparaison des formules avec les observations 37

Additions. — Tableaux 39
Tableau I. — Tableau des longueurs d'onde et des nombres de vibrations du spectre de bandes de l'oxygène 40
Tableau II. — Table des réductions au vide pour les diverses valeurs de λ 46
Tableau III. — Table des sommes des puissances ν des m premiers nombres entiers depuis $m = 1$ jusqu'à $m = 100$, pour $\nu = 1, 2, 3, 4$ 48
Tableau IV. — Comparaison des nombres d'oscillations observés avec ceux qui résultent des diverses approximations 52
Tableau V. — Comparaison entre les mesures de M. Lester et celles de M. Higgs pour la bande A . . 56
Tableau VI. — Comparaison des longueurs d'onde observées avec celles qui résultent de la théorie . . . 58

Table des matières 62

Tryckt den 22 oktober 1907.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12.277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 9.

SUR

LA RÉDUCTION ÉLÉMENTAIRE DU PROBLÈME DES TROIS CORPS

PAR

KARL BOHLIN

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN	LONDON	PARIS
R. FRIEDLÄNDER & SOHN	WILLIAM WESLEY & SON	LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 CARLSTRASSE	28 ESSEX STREET, STRAND	11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 9.

SUR

LA RÉDUCTION ÉLÉMENTAIRE DU PROBLÈME DES TROIS CORPS

PAR

KARL BOHLIN

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

Parmi toutes les réductions du problème célèbre des trois corps, celle de LAGRANGE occupe encore un rang prédominant. En effet, l'essai de LAGRANGE, provoqué par une question posée par l'académie française, a tourné les conceptions sur le problème envisagé, en les dirigeant sur de nouvelles combinaisons des équations différentielles et en ouvrant un aspect tout à fait inconnu sur le traitement du problème.

Après le découvert du principe général de la mécanique par HAMILTON, la réduction des équations différentielles du problème mentionné se fait, comme il a été prouvé par plusieurs auteurs: BRIOSCHI, RADAU, BRUNS, SCHEIBNER et tout récemment par PERCHOT et EBERT,[1] d'une manière plus aisée que d'après toute autre méthode. On peut considérer cette nouvelle réduction au moyen de la fonction caractéristique comme un procédé en quelque sorte contraire à la méthode tout élémentaire de LAGRANGE. Certainement les équations canoniques font elles ressortir la manière dont les variables entrent dans le problème avec plus de perspicuité que d'après les développements de LAGRANGE. En effet, en relisant le travail de LAGRANGE, on se trouve amené à quelques équations assez compliquées, notées dans son essai par L, M, N, dans lesquelles l'auteur a consigné les résultats finals des calculs. Mais on voit bien que ces équations ne sont destinées qu'à démontrer la possibilité des réductions dont il s'agit et que le but de l'auteur, en poursuivant ces développements, n'était pas de donner des formules immédiatement appliquables au calcul actuel. Néanmoins l'esprit de cette méthode, proposée par LAGRANGE, nous assure que même en ces points assez obscures de son essai l'auteur nous aie relevé des repères où l'ordre des idées puisse se ranger dans le développement ultérieur de la science. Ces considérations m'ont amené à étudier de plus près les formules réunies dans l'essai de LAGRANGE et à les transformer, en me reliant aux notions introduites depuis ces temps dans cette branche de la mécanique céleste, notamment celles du noeud et de l'inclinaison du plan des trois corps par rapport au plan invariable. On verra bien que cette conception du plan des trois corps simplifie beaucoup celles des formules de LAGRANGE qui font connaître les positions des trois corps, dès qu'on

[1] Bull. Astronomique. T. 16.

a déterminé leurs distances mutuelles. Une simplification notable ce présente encore de cette manière à l'égard des équations de condition L, M, N, de sorte qu'il m'a paru utile de réunir ici ces quelques développements, touchant à la méthode classique de LAGRANGE.

1. Equations initiales.

Les formules initiales employées par LAGRANGE, données aussi d'une manière indépendante par SERRET dans une appendice à l'essai de LAGRANGE [Oeuvres de Lagrange Tome VI] et par TISSERAND dans son Traité de le mécanique céleste, sont bien connues. Toutefois il paraît utile, pour l'intelligence des déductions qui vont suivre, de les réunir ici d'une manière succincte.

Désignons les masses des trois corps par

$$m_1,\ m_2,\ m_3$$

et par

$x_1,\ y_1,\ z_1$ les coordonnées de m_3 par rappart à m_2
$x_2,\ y_2,\ z_2$ » » » m_1 » » à m_3
$x_3,\ y_3,\ z_3$ » » » m_2 » » à m_1

pour avoir

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 + x_3 &= 0 \\ y_1 + y_2 + y_3 &= 0 \\ z_1 + z_2 + z_3 &= 0\,. \end{aligned} \tag{1}$$

Si de plus on pose

$$\begin{aligned} r_1^2 &= x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 \\ r_2^2 &= x_2^2 + y_2^2 + z_2^2 \\ r_3^2 &= x_3^2 + y_3^2 + z_3^2\,, \end{aligned}$$

les équations différentielles des coordonnées prennent cette forme:

$$\begin{aligned} \frac{d^2x_1}{dt^2} + (m_1+m_2+m_3)\frac{x_1}{r_1^3} - m_1\left[\frac{x_1}{r_1^3} + \frac{x_2}{r_2^3} + \frac{x_3}{r_3^3}\right] &= 0 \\ \frac{d^2y_1}{dt^2} + (m_1+m_2+m_3)\frac{y_1}{r_1^3} - m_1\left[\frac{y_1}{r_1^3} + \frac{y_2}{r_2^3} + \frac{y_3}{r_3^3}\right] &= 0 \\ \frac{d^2z_1}{dt^2} + (m_1+m_2+m_3)\frac{z_1}{r_1^3} - m_1\left[\frac{z_1}{r_1^3} + \frac{z_2}{r_2^3} + \frac{z_3}{r_3^3}\right] &= 0 \\ \\ \frac{d^2x_2}{dt^2} + (m_1+m_2+m_3)\frac{x_2}{r_2^3} - m_2\left[\frac{x_1}{r_1^3} + \frac{x_2}{r_2^3} + \frac{x_3}{r_3^3}\right] &= 0 \\ \frac{d^2y_2}{dt^2} + (m_1+m_2+m_3)\frac{y_2}{r_2^3} - m_2\left[\frac{y_1}{r_1^3} + \frac{y_2}{r_2^3} + \frac{y_3}{r_3^3}\right] &= 0 \\ \frac{d^2z_2}{dt^2} + (m_1+m_2+m_3)\frac{z_2}{r_2^3} - m_2\left[\frac{z_1}{r_1^3} + \frac{z_2}{r_2^3} + \frac{z_3}{r_3^3}\right] &= 0 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\frac{d^2x_3}{dt^2} + (m_1 + m_2 + m_3)\frac{x_3}{r_3^3} - m_3\left[\frac{x_1}{r_1^3} + \frac{x_2}{r_2^3} + \frac{x_3}{r_3^3}\right] = 0$$
$$\frac{d^2y_3}{dt^2} + (m_1 + m_2 + m_3)\frac{y_3}{r_3^3} - m_3\left[\frac{y_1}{r_1^3} + \frac{y_2}{r_2^3} + \frac{y_3}{r_3^3}\right] = 0$$
$$\frac{d^2z_3}{dt^2} + (m_1 + m_2 + m_4)\frac{z_3}{r_3^3} - m_3\left[\frac{z_1}{r_1^3} + \frac{z_2}{r_2^3} + \frac{z_3}{r_3^3}\right] = 0,$$

d'où l'on tire immédiatement les intégrales connues, savoir celles des aires et celle des forces vives.

En désignant par

$$u_1,\ u_2,\ u_3$$

les vitesses relatives, de sorte qu'on a

$$u_1^2 = \left(\frac{dx_1}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_1}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz_1}{dt}\right)^2$$
$$u_2^2 = \left(\frac{dx_2}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_2}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz_2}{dt}\right)^2$$
$$u_3^2 = \left(\frac{dx_3}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy_3}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz_3}{dt}\right)^2,$$

l'intégrale des forces vives s'ecrit:

$$\frac{u_1^2}{m_1} + \frac{u_2^2}{m_2} + \frac{u_3^2}{m_3} - 2(m_1 + m_2 + m_3)\left[\frac{1}{m_1 r_1} + \frac{1}{m_2 r_2} + \frac{1}{m_3 r_3}\right] = h \tag{3}$$

et les intégrales des aires prennent la forme:

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{m_1}\left(y_1\frac{dz_1}{dt} - z_1\frac{dy_1}{dt}\right) + \frac{1}{m_2}\left(y_2\frac{dz_2}{dt} - z_2\frac{dy_2}{dt}\right) + \frac{1}{m_3}\left(y_3\frac{dz_3}{dt} - z_3\frac{dy_3}{dt}\right) = m\\
&\frac{1}{m_1}\left(z_1\frac{dx_1}{dt} - x_1\frac{dz_1}{dt}\right) + \frac{1}{m_2}\left(z_2\frac{dx_2}{dt} - x_2\frac{dz_2}{dt}\right) + \frac{1}{m_3}\left(z_3\frac{dx_3}{dt} - x_3\frac{dz_3}{dt}\right) = l\\
&\frac{1}{m_1}\left(x_1\frac{dy_1}{dt} - y_1\frac{dx_1}{dt}\right) + \frac{1}{m_2}\left(x_2\frac{dy_2}{dt} - y_2\frac{dx_2}{dt}\right) + \frac{1}{m_3}\left(x_3\frac{dy_3}{dt} - y_3\frac{dx_3}{dt}\right) = k.
\end{aligned} \tag{4}$$

Introduisons les notations suivantes, dues à LAGRANGE:

$$\begin{aligned}
-p_1 &= x_2x_3 + y_2y_3 + z_2z_3\\
-p_2 &= x_3x_1 + y_3y_1 + z_3z_1\\
-p_3 &= x_1x_2 + y_1y_2 + z_1z_2,
\end{aligned} \tag{5}$$

d'où l'on tire les relations suivantes qui souvent nous seront utiles:

$$p_1 = \frac{r_2^2 + r_3^2 - r_1^2}{2}; \qquad p_2 = \frac{r_3^2 + r_1^2 - r_2^2}{2}; \qquad p_3 = \frac{r_1^2 + r_2^2 - r_3^2}{2} \tag{5 a}$$

et

$$p_2 + p_3 = r_1^2; \qquad p_3 + p_1 = r_2^2; \qquad p_1 + p_2 = r_3^2 \tag{5 b}$$

et encore, en posant

$$\Delta = \text{l'aire double du triangle des trois corps,}$$

les relations:

$$\begin{aligned}\Delta^2 &= p_1 p_2 + p_2 p_3 + p_3 p_1 \\ &= \tfrac{1}{2}[p_1 r_1^2 + p_2 r_2^2 + p_3 r_3^2] \\ &= \tfrac{1}{4}[-r_1^4 - r_2^4 - r_3^4 + 2r_2^2 r_3^2 + 2r_3^2 r_1^2 + 2r_1^2 r_2^2].\end{aligned} \tag{5c}$$

On trouve encore ces expressions de Δ^2:

$$\begin{aligned}\Delta^2 &= r_2^2 r_3^2 - p_1^2 \\ &= r_3^2 r_1^2 - p_2^2 \\ &= r_1^2 r_2^2 - p_3^2\end{aligned} \tag{5d}$$

ainsi que les relations différentielles

$$\begin{aligned}\frac{d\Delta^2}{dt} &= p_1 \frac{dr_1^2}{dt} + p_2 \frac{dr_2^2}{dt} + p_3 \frac{dr_3^2}{dt} \\ &= r_1^2 \frac{dp_1}{dt} + r_2^2 \frac{dp_2}{dt} + r_3^2 \frac{dp_3}{dt} \\ &= (p_1 + p_2 + p_3)\frac{d}{dt}(p_1 + p_2 + p_3) - \left(p_1 \frac{dp_1}{dt} + p_2 \frac{dp_2}{dt} + p_3 \frac{dp_3}{dt}\right).\end{aligned} \tag{5e}$$

Nous avons encore besoin des notations:

$$q_1 = \frac{1}{r_2^3} - \frac{1}{r_3^3}; \qquad q_2 = \frac{1}{r_3^3} - \frac{1}{r_1^3}; \qquad q_3 = \frac{1}{r_1^3} - \frac{1}{r_2^3}, \tag{6}$$

d'où l'on tire

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0,$$

$$\begin{aligned}q_1 + q_2 &= -q_3 \\ q_2 + q_3 &= -q_1 \\ q_3 + q_1 &= -q_2\end{aligned} \tag{6a}$$

ainsi que la relation suivante

$$\frac{q_1}{r_1^3} + \frac{q_2}{r_2^3} + \frac{q_3}{r_3^3} = 0 \tag{6b}$$

qui cependant n'est pas d'un usage direct.

Il est bien connu, comment, avec ces notations, on parvient aux équations différentielles suivantes, dues à LAGRANGE:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\frac{d^2 r_1^2}{dt^2} + \frac{m_1 + m_2 + m_3}{r_1} + m_1[p_2 q_2 - p_3 q_3] - u_1^2 &= 0 \\ \frac{1}{2}\frac{d^2 r_2^2}{dt_2} + \frac{m_1 + m_2 + m_3}{r_2} + m_2[p_3 q_3 - p_1 q_1] - u_2^2 &= 0 \\ \frac{1}{2}\frac{d^2 r_3^2}{dt^2} + \frac{m_1 + m_2 + m_3}{r_3} + m_3[p_1 q_1 - p_2 q_2] - u_3^2 &= 0,\end{aligned} \tag{7}$$

Posons maintenant avec TISSERAND

$$\begin{aligned}
\left(x_2\frac{dx_3}{dt}+y_2\frac{dy_3}{dt}+z_2\frac{dz_3}{dt}\right)-\left(x_3\frac{dx_2}{dt}+y_3\frac{dy_2}{dt}+z_3\frac{dz_2}{dt}\right)&=s\\
\left(x_3\frac{dx_1}{dt}+y_3\frac{dy_1}{dt}+z_3\frac{dz_1}{dt}\right)-\left(x_1\frac{dx_3}{dt}+y_1\frac{dy_3}{dt}+z_1\frac{dz_3}{dt}\right)&=s\\
\left(x_1\frac{dx_2}{dt}+y_1\frac{dy_2}{dt}+z_1\frac{dz_2}{dt}\right)-\left(x_2\frac{dx_1}{dt}+y_2\frac{dy_1}{dt}+z_2\frac{dz_1}{dt}\right)&=s,
\end{aligned}\tag{8}$$

ce qui est admissible, parceque la différence de deux quelconques de ces formules se réduit à une identité.

Pour la quantité s on déduit facilement cette équation différentielle

$$\frac{ds}{dt}+m_1p_1q_1+m_2p_2q_2+m_3p_3q_3=0\tag{9}$$

En déduisant cette formule nous avons utilisé les relations suivantes qui sont facilement trouvées à l'aide des formules (3), savoir:

$$\begin{aligned}
\frac{du_1^2}{dt}&=2(m_1+m_2+m_3)\frac{d\frac{1}{r_1}}{dt}+m_1\left[q_3\frac{dp_3}{dt}-q_2\frac{dp_2}{dt}-q_1s\right]\\
\frac{du_2^2}{dt}&=2(m_1+m_2+m_3)\frac{d\frac{1}{r_2}}{dt}+m_2\left[q_1\frac{dp_1}{dt}-q_3\frac{dp_3}{dt}-q_2s\right]\\
\frac{du_3^2}{dt}&=2(m_1+m_2+m_3)\frac{d\frac{1}{r_3}}{dt}+m_3\left[q_2\frac{dp_2}{dt}-q_1\frac{dp_1}{dt}-q_3s\right].
\end{aligned}\tag{10}$$

Ces mêmes formules nous permettent à éliminer les quantités u_1^2, u_2^2, u_3^2 des équations (7), de sorte que nous obtiendrons un système d'équations différentielles ne contenant que les variables $r_1\,r_2\,r_3$ et s, savoir

$$\begin{aligned}
\frac{1}{2}\frac{d^2r_1^2}{dt^2}-\frac{m_1+m_2+m_3}{r_1}-m_1\left[p_3q_3-p_2q_2+\int\left(q_3\frac{dp_3}{dt}-q_2\frac{dp_2}{dt}-q_1s\right)dt\right]&=0\\
\frac{1}{2}\frac{d^2r_2^2}{dt^2}-\frac{m_1+m_2+m_3}{r_2}-m_2\left[p_1q_1-p_3q_3+\int\left(q_1\frac{dp_1}{dt}-q_3\frac{dp_3}{dt}-q_2s\right)dt\right]&=0\\
\frac{1}{2}\frac{d^2r_3^2}{dt^2}-\frac{m_1+m_2+m_3}{r_3}-m_3\left[p_2q_2-p_1q_1+\int\left(q_2\frac{dp_2}{dt}-q_1\frac{dp_1}{dt}-q_3s\right)dt\right]&=0\\
\frac{ds}{dt}+m_1p_1q_1+m_2p_2q_2+m_3p_3q_3&=0,
\end{aligned}\tag{11}$$

ce qui est le système fondamentale de LAGRANGE.

2. Discussion de la quantité s.

Désignons par

$$\omega\,,\ i$$

la longitude du noeud et l'inclinaison du plan des trois corps par rapport au plan invariable. Soient de plus

$$v_1,\ v_2,\ v_3$$

les angles que forment les rayons r_1, r_2, r_3 avec la ligne du noeud, les rayons devant être comptés de la manière fixée plus haut, c'est à dire:

r_1 à partir de m_2 à m_3
r_2 » » » m_3 à m_1
r_3 » » » m_1 à m_2

Soient

$$r,\ r'$$

deux quelconques de ces rayons et

$$v,\ v'$$

les angles correspondants. Posons encore

$$\begin{aligned} x &= r\alpha\,; & x' &= r'\alpha' \\ y &= r\beta\,; & y' &= r'\beta' \\ z &= r\gamma\,; & z' &= r'\gamma'\,, \end{aligned} \tag{12}$$

où les cosines de direction, comme on voit facilement, sont données par les formules:

$$\begin{aligned} \alpha &= \cos\omega\cos v - \sin\omega\sin v\cos i\,; & \alpha' &= \cos\omega\cos v' - \sin\omega\sin v'\cos i \\ \beta &= \sin\omega\cos v + \cos\omega\sin v\cos i\,; & \beta' &= \sin\omega\cos v' + \cos\omega\sin v'\cos i \\ \gamma &= \sin v\sin i\ ; & \gamma' &= \sin v'\sin i\,. \end{aligned} \tag{13}$$

Or nous avons, d'après ce qui a été exposé,

$$s = \left(x\frac{dx'}{dt} + y\frac{dy'}{dt} + z\frac{dz'}{dt}\right) - \left(x'\frac{dx}{dt} + y'\frac{dy}{dt} + z'\frac{dz}{dt}\right)$$

et partant aussi

$$s = \left(r\frac{dr'}{dt} - r'\frac{dr}{dt}\right)[\alpha\alpha' + \beta\beta' + \gamma\gamma'] + rr'\left[\left(\alpha\frac{d\alpha'}{dt} + \beta\frac{d\beta'}{dt} + \gamma\frac{d\gamma'}{dt}\right) - \left(\alpha'\frac{d\alpha}{dt} + \beta'\frac{d\beta}{dt} + \gamma'\frac{d\gamma}{dt}\right)\right]. \tag{14}$$

Il est facile de transformer cette expression, en introduisant les notations suivantes:

$$\begin{aligned} \frac{\partial\alpha}{\partial\omega} &= -\beta\,; & \frac{\partial\alpha}{\partial i} &= -\sin v\,.\,\alpha''\,; & \frac{\partial\alpha}{\partial v} &= \alpha''' \\ \frac{\partial\beta}{\partial\omega} &= \alpha\,; & \frac{\partial\beta}{\partial i} &= -\sin v\,.\,\beta''\,; & \frac{\partial\beta}{\partial v} &= \beta''' \\ \frac{\partial\gamma}{\partial\omega} &= 0\,; & \frac{\partial\gamma}{\partial i} &= -\sin v\,.\,\gamma''\,; & \frac{\partial\gamma}{\partial v} &= \gamma'''\,, \end{aligned} \tag{15}$$

où l'on a à substituer

$$\begin{aligned} \alpha'' &= -\sin\omega\sin i\,; & \alpha''' &= -\cos\omega\sin v - \sin\omega\cos v\cos i \\ \beta'' &= \cos\omega\sin i\,; & \beta''' &= -\sin\omega\sin v + \cos\omega\cos v\cos i \\ \gamma'' &= -\cos i\,; & \gamma''' &= \cos v\sin i\,, \end{aligned} \tag{16}$$

α''', β''', γ''' étant les cosines de direction appartenant à l'angle $90° + v$ compté du noeud.

En remarquant que

$$\begin{aligned} \alpha\beta' - \beta\alpha' &= \cos i\sin(v' - v) \\ \alpha'\alpha'' + \beta'\beta'' + \gamma'\gamma'' &= 0 \\ \alpha'\alpha''' + \beta'\beta''' + \gamma'\gamma''' &= \sin(v' - v) \end{aligned}$$

et en posant

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} + \cos i\frac{d\omega}{dt} &= \frac{d\theta}{dt} \\ \frac{dv'}{dt} + \cos i\frac{d\omega}{dt} &= \frac{d\theta'}{dt}\,, \end{aligned} \tag{17}$$

on obtient de cette manière

$$s = -\left(r\frac{dr'}{dt} - r'\frac{dr}{dt}\right)\cos h'' - \Delta\left(\frac{d\theta}{dt} + \frac{d\theta'}{dt}\right). \tag{18}$$

où h'' est l'angle compris par les rayons r et r' d'après la formule

$$v' - v = 180° - h'' \tag{19}$$

et où Δ est la double aire du triangle, introduite dans la formule par la combinaison

$$\Delta = rr'\sin h''.$$

Ecrivons la formule (18) pour les trois combinaisons des deux rayons r, r' pour avoir

$$\begin{aligned} s &= -\left(r_2\frac{dr_3}{dt} - r_3\frac{dr_2}{dt}\right)\cos h_1 - \Delta\left(\frac{d\theta_2}{dt} + \frac{d\theta_3}{dt}\right) \\ s &= -\left(r_3\frac{dr_1}{dt} - r_1\frac{dr_3}{dt}\right)\cos h_2 - \Delta\left(\frac{d\theta_3}{dt} + \frac{d\theta_1}{dt}\right) \\ s &= -\left(r_1\frac{dr_2}{dt} - r_2\frac{dr_1}{dt}\right)\cos h_3 - \Delta\left(\frac{d\theta_1}{dt} + \frac{d\theta_2}{dt}\right), \end{aligned} \tag{20}$$

où

$$\begin{aligned} \theta_3 - \theta_2 &= 180° - h_1 \\ \theta_1 - \theta_3 &= 180° - h_2 \\ \theta_2 - \theta_1 &= 180° - h_3\,, \end{aligned}$$

h_1, h_2, h_3 désignant les angles du triangle aux points m_1, m_2, m_3. Par suite des formules suivantes, qui sont souvent utiles pour la théorie du mouvement du triangle formé par les trois corps, savoir

$$\begin{aligned}
\frac{dh_1}{dt} &= \frac{r_1}{\Delta}\left[\frac{dr_1}{dt} - \cos h_3 \frac{dr_2}{dt} - \cos h_2 \frac{dr_3}{dt}\right] \\
\frac{dh_2}{dt} &= \frac{r_2}{\Delta}\left[\frac{dr_2}{dt} - \cos h_1 \frac{dr_3}{dt} - \cos h_3 \frac{dr_1}{dt}\right] \\
\frac{dh_3}{dt} &= \frac{r_3}{\Delta}\left[\frac{dr_3}{dt} - \cos h_2 \frac{dr_1}{dt} - \cos h_1 \frac{dr_2}{dt}\right]
\end{aligned} \tag{21}$$

nous aurons ces trois expressions de la quantité s:

$$\begin{aligned}
-r_1^2 s &= \frac{1}{2} r_1^2 \frac{d}{dt}(r_1^2 + r_2^2 - r_3^2) - \frac{1}{2}(r_1^2 + r_2^2 - r_3^2)\frac{dr_1^2}{dt} + 2\Delta \cdot r_1^2 \frac{d\theta_1}{dt} \\
-r_2^2 s &= \frac{1}{2} r_2^2 \frac{d}{dt}(r_2^2 + r_3^2 - r_1^2) - \frac{1}{2}(r_2^2 + r_3^2 - r_1^2)\frac{dr_2^2}{dt} + 2\Delta \cdot r_2^2 \frac{d\theta_2}{dt} \\
-r_3^2 s &= \frac{1}{2} r_3^2 \frac{d}{dt}(r_3^2 + r_1^2 - r_2^2) - \frac{1}{2}(r_3^2 + r_1^2 - r_2^2)\frac{dr_3^2}{dt} + 2\Delta \cdot r_3^2 \frac{d\theta_3}{dt},
\end{aligned} \tag{22}$$

relations qu'on peut encore écrire sous la forme:

$$\begin{aligned}
-r_1^2 s &= p_2 \frac{dp_3}{dt} - p_3 \frac{dp_2}{dt} + 2\Delta r_1^2 \frac{d\theta_1}{dt} \\
-r_2^2 s &= p_3 \frac{dp_1}{dt} - p_1 \frac{dp_3}{dt} + 2\Delta r_2^2 \frac{d\theta_2}{dt} \\
-r_3^2 s &= p_1 \frac{dp_2}{dt} - p_2 \frac{dp_1}{dt} + 2\Delta r_3^2 \frac{d\theta_3}{dt}.
\end{aligned} \tag{22 a}$$

Il convient de multiplier ces relations respectivement par

$$\frac{1}{m_1}, \quad \frac{1}{m_2}, \quad \frac{1}{m_3}$$

pour avoir, en les ajoutant,

$$\begin{aligned}
-\left(\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right) s = &\frac{1}{2}\mu_1\left[r_2^2 \frac{dr_3^2}{dt} - r_3^2 \frac{dr_2^2}{dt}\right] \\
&+ \frac{1}{2}\mu_2\left[r_3^2 \frac{dr_1^2}{dt} - r_1^2 \frac{dr_3^2}{dt}\right] \\
&+ \frac{1}{2}\mu_3\left[r_1^2 \frac{dr_2^2}{dt} - r_2^2 \frac{dr_1^2}{dt}\right] \\
&+ 2\Delta\left[\frac{r_1^2}{m_1}\frac{d\theta_1}{dt} + \frac{r_2^2}{m_2}\frac{d\theta_2}{dt} + \frac{r_3^2}{m_3}\frac{d\theta_3}{dt}\right]
\end{aligned} \tag{23}$$

ou bien

$$\begin{aligned}
\left(\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right) s = &\frac{1}{m_1}\left(p_2 \frac{dp_3}{dt} - p_3 \frac{dp_2}{dt}\right) \\
&+ \frac{1}{m_2}\left(p_3 \frac{dp_1}{dt} - p_1 \frac{dp_3}{dt}\right) \\
&+ \frac{1}{m_3}\left(p_1 \frac{dp_2}{dt} - p_2 \frac{dp_1}{dt}\right) \\
&+ 2\Delta\left[\frac{r_1^2}{m_1}\frac{d\theta_1}{dt} + \frac{r_2^2}{m_2}\frac{d\theta_2}{dt} + \frac{r_3^2}{m_3}\frac{d\theta_3}{dt}\right].
\end{aligned} \tag{23 a}$$

Des notations suivantes, introduites dans la première de ces formules,

$$\mu_1 = \frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3}\,;\quad \mu_2 = \frac{1}{m_3} + \frac{1}{m_1}\,;\quad \mu_3 = \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \tag{24}$$

s'ensuivent quelques formules très utiles pour les réductions dont il s'agit, par exemple les relations suivantes, analogues aux formules (5 a) et (5 d):

$$\frac{1}{m_1} = \frac{\mu_2 + \mu_3 - \mu_1}{2}\,;\quad \frac{1}{m_2} = \frac{\mu_3 + \mu_1 - \mu_2}{2}\,;\quad \frac{1}{m_3} = \frac{\mu_1 + \mu_2 - \mu_3}{2} \tag{24 a}$$

et

$$\begin{aligned} \frac{M}{\mu} &= \mu_2\mu_3 - \frac{1}{m_1^2} \\ &= \mu_3\mu_1 - \frac{1}{m_2^2} \\ &= \mu_1\mu_2 - \frac{1}{m_3^2}\,, \end{aligned} \tag{24 b}$$

où l'on a toujours

$$\begin{aligned} M &= m_1 + m_2 + m_3 \\ \mu &= m_1 m_2 m_3 \end{aligned} \tag{24 c}$$

Introduisons, pour plus de simplicité, quelques notations que voici

$$\begin{aligned} S_1 &= r_2^2 \frac{dr_3^2}{dt} - r_3^2 \frac{dr_2^2}{dt} \\ S_2 &= r_3^2 \frac{dr_1^2}{dt} - r_1^2 \frac{dr_3^2}{dt} \\ S_3 &= r_1^2 \frac{dr_2^2}{dt} - r_2^2 \frac{dr_1^2}{dt}\,; \end{aligned} \tag{25}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= p_2 \frac{dp_3}{dt} - p_3 \frac{dp_2}{dt} \\ P_2 &= p_3 \frac{dp_1}{dt} - p_1 \frac{dp_3}{dt} \\ P_3 &= p_1 \frac{dp_2}{dt} - p_2 \frac{dp_1}{dt}\,, \end{aligned} \tag{26}$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{1}{2}(S_2 + S_3) \\ P_2 &= \frac{1}{2}(S_3 + S_1) \\ P_3 &= \frac{1}{2}(S_1 + S_2)\,, \end{aligned} \tag{27}$$

et posons encore

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{4}[\mu_1 S_1 + \mu_2 S_2 + \mu_3 S_3] \\ &= \frac{1}{2}\left[\frac{P_1}{m_1} + \frac{P_2}{m_2} + \frac{P_3}{m_3}\right] \end{aligned} \tag{28}$$

ainsi que

$$\begin{aligned} R &= \frac{1}{2}\left[\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right] \\ &= \frac{1}{2}[\mu_1 p_1 + \mu_2 p_2 + \mu_3 p_3], \end{aligned} \tag{29}$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned} \Delta^2 \frac{dR}{dt} - \frac{1}{2} R \frac{d\Delta^2}{dt} = &-\frac{1}{4} P_1(\mu_2 r_3^2 - \mu_3 r_2^2) \\ &-\frac{1}{4} P_2(\mu_3 r_1^2 - \mu_1 r_3^2) \\ &-\frac{1}{4} P_3(\mu_1 r_2^2 - \mu_2 r_1^2)\,. \end{aligned} \tag{30}$$

A l'aide de ces diverses formules, l'expression de la quantité s prend la forme:

$$-Rs = S + 2\Delta\left(\frac{r_1^2}{m_1}\frac{d\theta_1}{dt} + \frac{r_2^2}{m_2}\frac{d\theta_2}{dt} + \frac{r_3^2}{m_3}\frac{d\theta_3}{dt}\right). \tag{31}$$

On peut combiner les équations (22) de plusieurs autres manières, par exemple en les ajoutant sans appliquer des facteurs. La formule en résultant peut paraître plus simple que la formule que nous venons de déduire. Toutefois la réduction donnée par la formule (31) est la plus propre pour notre problème actuel.

3. Intégrales des aires.

Pour la transformation des intégrales des aires il faut avoir recours aux relations (15) et (16) auxquelles on peut ajouter les suivantes:

$$\begin{array}{lll} \beta\gamma'' - \gamma\beta'' = \alpha''' ; & \gamma\alpha'' - \alpha\gamma'' = \beta''' ; & \alpha\beta'' - \beta\alpha'' = \gamma''' \\ \beta\gamma''' - \gamma\beta''' = -\alpha'' ; & \gamma\alpha''' - \alpha\gamma''' = -\beta'' ; & \alpha\beta''' - \beta\alpha''' = -\gamma''. \end{array} \tag{32}$$

On trouve ainsi sans difficulté

$$\begin{aligned} y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt} &= -r^2\left[\gamma\alpha\frac{d\omega}{dt} + \alpha''' \sin v \frac{di}{dt} + \alpha''\frac{dv}{dt}\right] \\ z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt} &= -r^2\left[\gamma\beta\frac{d\omega}{dt} + \beta''' \sin v \frac{di}{dt} + \beta''\frac{dv}{dt}\right] \\ x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} &= -r^2\left[(\alpha^2+\beta^2)\frac{d\omega}{dt} + \gamma''' \sin v \frac{di}{dt} + \gamma''\frac{dv}{dt}\right]. \end{aligned}$$

En remarquant encore qu'on a

$$\begin{aligned}
\gamma\alpha &= \sin v \cos v \,.\, \sin i \cos\omega - \sin^2 v \,.\, \sin i \cos i \sin\omega \\
\alpha''' \sin v &= -\sin v \cos v \,.\, \cos i \sin\omega - \sin^2 v \,.\, \cos\omega \\
\alpha'' &= -\sin i \sin\omega
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\gamma\beta &= \sin v \cos v \,.\, \sin i \sin\omega + \sin^2 v \,.\, \sin i \cos i \cos\omega \\
\beta''' \sin v &= \sin v \cos v \,.\, \cos i \cos\omega - \sin^2 v \,.\, \sin\omega \\
\beta'' &= \sin i \cos\omega
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\alpha^2 + \beta^2 &= 1 - \sin^2 v \sin^2 i \\
\gamma''' \sin v &= \sin v \cos v \sin i \\
\gamma'' &= -\cos i \quad ,
\end{aligned}$$

et en posant

$$\begin{aligned}
\frac{d\theta_1}{dt} &= \frac{dv_1}{dt} + \cos i \frac{d\omega}{dt} \\
\frac{d\theta_2}{dt} &= \frac{dv_2}{dt} + \cos i \frac{d\omega}{dt} \\
\frac{d\theta_3}{dt} &= \frac{dv_3}{dt} + \cos i \frac{d\omega}{dt} \,,
\end{aligned} \tag{33}$$

on obtient pour les intégrales des aires ces expressions:

$$\begin{aligned}
m = &-\sum \frac{r^2}{m} \sin v \cos v \,.\, \sin i \cos\omega \frac{d\omega}{dt} - \sum \frac{r^2}{m} \cos^2 v \,.\, \sin i \cos i \sin\omega \frac{d\omega}{dt} \\
&+ \sum \frac{r^2}{m} \sin v \cos v \,.\, \cos i \sin\omega \frac{di}{dt} - \sum \frac{r^2}{m} \sin^2 v \,.\, \cos\omega \frac{di}{dt} \\
&+ \sum \frac{r^2}{m} \frac{d\theta}{dt} \,.\, \sin i \sin\omega \\
\\
l = &-\sum \frac{r^2}{m} \sin v \cos v \,.\, \sin i \sin\omega \frac{d\omega}{dt} + \sum \frac{r^2}{m} \cos^2 v \,.\, \sin i \cos i \cos\omega \frac{d\omega}{dt} \\
&- \sum \frac{r^2}{m} \sin v \cos v \,.\, \cos i \cos\omega \frac{di}{dt} + \sum \frac{r^2}{m} \sin^2 v \,.\, \sin\omega \frac{di}{dt} \\
&- \sum \frac{r^2}{m} \frac{d\theta}{dt} \,.\, \sin i \cos\omega \\
\\
k = &\sum \frac{r^2}{m} \cos^2 v \,.\, \sin^2 i \frac{d\omega}{dt} \\
&- \sum \frac{r^2}{m} \sin v \cos v \,.\, \sin i \frac{di}{dt} \\
&+ \sum \frac{r^2}{m} \frac{d\theta}{dt} \,.\, \cos i \,.
\end{aligned} \tag{34}$$

Après avoir supposé

$$l - m = 0 \,,$$

c'est à dire en choisissant pour plan des xy le plan invariable, et en multipliant les équations (34) respectivement par

$$\sin i \sin\omega \,, \quad -\sin i \cos\omega \,, \quad \cos i$$

pour les ajouter, on aura tout de suite la relation

$$k\cos i = \sum \frac{r^2}{m}\frac{d\theta}{dt}, \tag{35}$$

le signe de sommation se rapportant dans cette formule ainsi que partout dans ce qui suit aux indices 1, 2, 3 pour les trois masses, de sorte que par exemple

$$\sum \frac{r^2}{m}\frac{d\theta}{dt} = \frac{r_1^2}{m_1}\frac{d\theta_1}{dt} + \frac{r_2^2}{m_2}\frac{d\theta_2}{dt} + \frac{r_3^2}{m_3}\frac{d\theta_3}{dt}.$$

Ayant obtenu la formule (35) il est facile de déduire des deux premières des équations (34) les formules suivantes

$$\begin{aligned}
&\left[\sum \frac{r^2}{m}\cos^2 v \cdot \sum \frac{r^2}{m}\sin^2 v - \left(\sum \frac{r^2}{m}\sin v\cos v\right)^2\right]\frac{d\omega}{dt} = k\sum \frac{r^2}{m}\sin^2 v \\
&\left[\sum \frac{r^2}{m}\cos^2 v \cdot \sum \frac{r^2}{m}\sin^2 v - \left(\sum \frac{r^2}{m}\sin v\cos v\right)^2\right]\sin i\frac{di}{dt} = k\sin^2 i\sum \frac{r^2}{m}\sin v\cos v.
\end{aligned} \tag{36}$$

Si l'on pose maintenant

$$\xi = r\cos v; \qquad \eta = r\sin v,$$

de sorte que ξ et η soient des coordonnées par rapport à la ligne des noeuds, on trouve[1]

$$\begin{aligned}
&\sum \frac{r^2}{m}\cos^2 v \sum \frac{r^2}{m}\sin^2 v - \left(\sum \frac{r^2}{m}\sin v\cos v\right)^2 = \\
&= \sum \frac{\xi^2}{m}\sum \frac{\eta^2}{m} - \left(\sum \frac{\xi\eta}{m}\right)^2 \\
&= \frac{(\xi_1\eta_2 - \xi_2\eta_1)^2}{m_1 m_2} + \frac{(\xi_2\eta_3 - \xi_3\eta_2)^2}{m_2 m_3} + \frac{(\xi_3\eta_1 - \xi_1\eta_3)^2}{m_3 m_1} \\
&= \Delta^2 \cdot \frac{M}{\mu}.
\end{aligned} \tag{37}$$

Les intégrales des aires conduisent ainsi au système suivant:

$$\begin{aligned}
\sum \frac{r^2}{m}\frac{d\theta}{dt} &= k\cos i \\
\frac{d\omega}{dt} &= k\frac{\mu}{M}\cdot\frac{\sum \frac{r^2}{m}\sin^2 v}{\Delta^2} \\
\frac{1}{\sin i}\frac{di}{dt} &= k\frac{\mu}{M}\cdot\frac{\sum \frac{r^2}{m}\sin v\cos v}{\Delta^2}.
\end{aligned} \tag{38}$$

[1] Conférez sur ce sujet: RADAU, Sur une transformation des équations différentielles de la dynamique. Annales de l'école normale supérieure. Tome cinquième, 1868 N:o 2 page 372.

Ayant déterminé l'inclinaison i, la dernière de ces formules peut servir à déterminer l'un des angles v_1 v_2 v_3, c'est à dire à orienter le triangle des trois corps dans son plan par rapport au noeud. Cependant ce mode de procéder n'est pas satisfaisant que d'un point de vue théorique. Car le membre gauche représentant une fonction oscillatoire, il en pourrait paraître que l'un des angles v ou plutôt l'un des rayons r ne ferait qu'osciller autour du noeud. En effet, en employant pour l'expression

$$\frac{1}{\sin i}\frac{di}{dt}$$

une valeur seulement approchée, ce cas contradictoire pourrait se présenter. En réalité les oscillations de v_1 sont telles que la variable atteint justement les valeurs $\frac{\pi}{2}$, $\frac{3\pi}{2}\ldots$ de sorte qu'il en résulte un mouvement de circulation. Par cette raison il vaudra mieux de déterminer l'angle v_1, ou bien une quantité correspondante non pas au moyen de la dite formule de (38) mais par une équation différentielle appropriée à ce but. Après avoir déterminé cet angle d'une manière convenable, on aura l'inclinaison par une quadrature d'après la dernière des formules (38).

Pour plus de simplicité des recherches suivantes, nous allons introduire quelques nouvelles notations, savoir:

$$\sum\frac{\xi^2}{m}=X; \qquad \sum\frac{\eta^2}{m}=Y; \qquad \sum\frac{\xi\eta}{m}=Z, \tag{39}$$

de sorte que nous aurons

$$X+Y=2R \quad \text{conf. (29)} \tag{39 a}$$

et

$$XY-Z^2=\frac{M}{\mu}\Delta^2 \quad \text{conf. (37).} \tag{31 b}$$

Avec ces notations le système (38) s'ecrit encore sous la forme

$$\begin{aligned}\sum\frac{r^2}{m}\frac{d\theta}{dt}&=k\cos i\\ \frac{d\omega}{dt}&=\frac{\mu}{M}\frac{k}{\Delta^2}\cdot Y\\ \frac{1}{\sin i}\frac{di}{dt}&=\frac{\mu}{M}\frac{k}{\Delta^2}\cdot Z\end{aligned} \tag{40}$$

Faisons encore un remarque sur les quantites auxiliaires X, Y, Z. Soit v l'angle que forme avec la ligne du noeud une direction dans le plan du triangle qui coïncide avec l'un des axes principaux du système des trois corps. En prenant cette direction pour axe des x, on a d'abord

$$\sum\frac{xy}{m}=0$$

et les moments principaux d'inertie du système sont donnés par les formules:

$$A = \frac{\mu}{M}\sum\frac{x^2}{m}; \qquad B = \frac{\mu}{M}\sum\frac{y^2}{m}; \qquad C = \frac{\mu}{M}\sum\frac{x^2+y^2}{m} = \frac{\mu}{M}\sum\frac{r^2}{m} = 2R. \tag{41}$$

Il est aisé de voir comment les quantités X, Y, Z sont liées aux moments principaux d'inertie des trois corps. On a en effet

$$\begin{aligned} \frac{\mu}{M}Z &= \frac{\mu}{M}\sum\frac{\xi\eta}{m} = \tfrac{1}{2}(A-B)\sin 2v \\ \frac{\mu}{M}Y &= \frac{\mu}{M}\sum\frac{\eta^2}{m} = A\sin^2 v + B\cos^2 v \\ \frac{\mu}{M}X &= \frac{\mu}{M}\sum\frac{\xi^2}{m} = A\cos^2 v + B\sin^2 v. \end{aligned} \tag{42}$$

On obtient encore une relation analoque à la formule

$$XY - Z^2 = \frac{M}{\mu}\Delta^2,$$

qui, à cause de la relation

$$\sum\frac{xy}{m} = 0,$$

prend cette forme

$$AB = \frac{\mu}{M}\Delta^2. \tag{43}$$

Mais, comme d'un autre côté [conf. (41)]

$$A + B = 2\frac{\mu}{M}\cdot R, \tag{44}$$

on voit que les moments d'inertie sont déterminés par l'équation du second degré

$$A^2 - 2\frac{\mu}{M}R\,.\,A + \frac{\mu}{M}\Delta^2,$$

de sorte qu'après avoir déterminé deux quantités Δ et D par les formules:

$$\begin{aligned} 4\Delta^2 &= -r_1^4 - r_2^4 - r_3^4 + 2r_2^2r_3^2 + 2r_3^2r_1^2 + 2r_1^2r_2^2 \\ 4D^2 &= \frac{\mu^2}{M^2}\left[\mu_2\mu_3 r_1^4 + \mu_3\mu_1 r_2^4 + \mu_1\mu_2 r_3^4 - 2\frac{\mu_1}{m_1}r_2^2r_3^2 - 2\frac{\mu_2}{m_2}r_3^2r_1^2 - 2\frac{\mu_3}{m_3}r_1^2r_2^2\right], \end{aligned} \tag{45}$$

les dits moments sont donnés par les formules:

$$A = \frac{\mu}{M}(R + D)$$
$$B = \frac{\mu}{M}(R - D). \tag{46}$$

La quantité D est encore définie par la formule

$$D = \sqrt{R^2 - \frac{M}{\mu}\Delta^2}. \tag{47}$$

Par suite de ces relations les integrales des aires se réduisent encore au système suivant:

$$\begin{aligned} \sum \frac{r^2}{m}\frac{d\theta}{dt} &= \cos i \\ \frac{d\omega}{dt} &= k\frac{A\sin^2 v + B\cos^2 v}{\Delta^2} \\ \frac{1}{\sin i}\frac{di}{dt} &= \tfrac{1}{2}k\frac{A-B}{\Delta^2}\sin 2v. \end{aligned} \tag{48}$$

Au moyen de la réduction des intégrales des aires, effectuée comme nous venons de voir, la formule (31), qui sert à élucider la nature de la quantité s introduite par LAGRANGE, prend cette forme simple:

$$-Rs = S + k\Delta\cos i. \tag{49}$$

Rappelons ce que désignent les quantités contenues dans cette formule. Δ est la double aire du triangle; i et l'inclinaison du triangle sur le plan invariable; k est la constante d'intégration pour l'équation des aires se rapportant au même plan. Enfin

$$\begin{aligned} R &= \frac{1}{2}\left[\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right] \\ S &= \tfrac{1}{4}\mu_1\left(r_2^2\frac{dr_3^2}{dt} - r_3^2\frac{dr_2^2}{dt}\right) \\ &\quad + \tfrac{1}{4}\mu_2\left(r_3^2\frac{dr_1^2}{dt} - r_1^2\frac{dr_3^2}{dt}\right) \\ &\quad + \tfrac{1}{4}\mu_3\left(r_1^2\frac{dr_2^2}{dt} - r_2^2\frac{dr_1^2}{dt}\right). \end{aligned}$$

Ainsi la formule (49) nous montre avec netteté comment la fonction s de LAGRANGE dépend des trois distances r_1, r_2, r_3 et de l'inclinaison i du plan du triangle. Dès que d'autre côté on aura déterminé la quantite s adjointe aux distances r_1, r_2, r_3, on aura l'inclinaison par la formule

$$k\cos i = -\frac{Rs + S}{\Delta}. \tag{50}$$

4. Equations différentielles réduites du problème des trois corps.

En suivant la méthode de LAGRANGE pour la réduction du problème des trois corps et en introduisant comme éléments l'inclinaison et le noeud du plan des trois corps ainsi que l'angle v déterminant la position d'un axe principal d'inertie du système des trois corps par rapport au noeud, on est amené aux équations différentielles pour le traitement du problème:

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{2}\frac{d^2 r_1^2}{dt^2} - \frac{m_1+m_2+m_3}{r_1} - m_1\left[p_3 q_3 - p_2 q_2 + \int\left(q_3\frac{dp_3}{dt} - q_2\frac{dp_2}{dt} - q_1 s\right)dt\right] = 0\\
&\frac{1}{2}\frac{d^2 r_2^2}{dt^2} - \frac{m_1+m_2+m_3}{r_2} - m_2\left[p_1 q_1 - p_3 q_3 + \int\left(q_1\frac{dp_1}{dt} - q_3\frac{dp_3}{dt} - q_2 s\right)dt\right] = 0\\
&\frac{1}{2}\frac{d^2 r_3^2}{dt_2} - \frac{m_1+m_2+m_3}{r_3} - m_3\left[p_2 q_2 - p_1 q_1 + \int\left(q_2\frac{dp_2}{dt} - q_1\frac{dp_1}{dt} - q_3 s\right)dt\right] = 0\\
&\frac{ds}{dt} + m_1 p_1 q_1 + m_2 p_2 q_2 + m_3 p_3 q_3 = 0
\end{aligned} \tag{51}$$

$$k\cos i = -\frac{Rs+S}{\Delta}$$

$$k\sin 2v = \frac{M}{\mu}\frac{\Delta^2}{D}\cdot\frac{1}{\sin i}\frac{di}{dt}$$

$$\frac{d\omega}{dt} = k\frac{A\sin^2 v + B\cos^2 v}{\Delta^2}.$$

Après avoir déterminé simultanément r_1, r_2, r_3, s par les quatre premières de ces équations, la cinquième fournit l'élément i, la sixième fait orienter le triangle par rapport au noeud au moyen de l'angle v définie par cette équation, et enfin la dernière équation nous donne par une quadrature la longitude du noeud.

Équations explicites du seconde ordre.

Les équations de (51) déterminant r_1, r_2, r_3, s, contiennent encore trois signes d'intégration desquels il est facile à se débarasser en différentiant les équations, comme l'a proposé LAGRANGE. Le système se compose alors de trois équations du troisième ordre et d'une équation du premier ordre.

Cependant ce système possède trois intégrales particulières, comme il a été remarqué par LAGRANGE et comme il ressortit du traitement du problème d'après la méthode de HAMILTON [voir par exemple le mémoire de SCHEIBNER Journal de Crelle, tome 68). Ces intégrales particulières consistent en certaines équations différentielles du second ordre qu'on aura à considérer du moins pour la discussion des constantes d'intégration, si même on préfère de chercher la forme des intégrales

générales, en les laissant de côté et en se basant seulement sur les équations plus simples du troisième ordre.

Pour la déduction de ces relations supplémentaires il convient de départir des équations différentielles écrites sous la forme:

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{2}\frac{d^2 r_1^2}{dt^2} + \frac{m_1+m_2+m_3}{r_1} + m_1[p_2 q_2 - p_3 q_3] - u_1^2 = 0\\
&\frac{1}{2}\frac{d^2 r_2^2}{dt^2} + \frac{m_1+m_2+m_3}{r_2} + m_2[p_3 q_3 - p_1 q_1] - u_2^2 = 0\\
&\frac{1}{2}\frac{d^2 r_3^2}{dt^2} + \frac{m_1+m_2+m_3}{r_3} + m_3[p_1 q_1 - p_2 q_2] - u_3^2 = 0\\
&\frac{ds}{dt} + m_1 p_1 q_1 + m_2 p_2 q_2 + m_3 p_3 q_3 = 0.
\end{aligned} \tag{52}$$

L'une des relations dont il s'agit s'obtient presque immédiatement. Si, après avoir divisé les équations (52) par m_1, m_2, m_3 respectivement, on les ajoute, en tenant compte de l'intégrale des forces vives

$$\frac{1}{2}\left(\frac{u_1^2}{m_1} + \frac{u_2^2}{m_2} + \frac{u_3^2}{m_3}\right) = (m_1+m_2+m_3)\left[\frac{1}{m_1 r_1} + \frac{1}{m_2 r_2} + \frac{1}{m_3 r_3}\right] + \tfrac{1}{2}h,$$

on est amené à la relation simple

$$\frac{1}{2}\frac{d^2}{dt^2}\left[\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right] - (m_1+m_2+m_3)\left[\frac{1}{m_1 r_1} + \frac{1}{m_2 r_2} + \frac{1}{m_3 r_3}\right] = h \tag{53}$$

— formule employée par Jacobi pour démontrer l'instabilité du mouvement dans le cas où h et positif. C'est l'équation première chez Lagrange. Avec les notations employées dans ce qui précède on peut donner à cette relation la forme plus succincte:

$$\frac{d^2 R}{dt^2} - M\sum\frac{1}{mr} = h. \tag{54}$$

De beuacoup plus compliquées que cette relation très-connue sont les autres équations chez Lagrange. Pour parvenir à l'ensemble des relations supplémentaires du second ordre il est le plus naturel d'étudier les expressions des vitesses carrées u_1^2, u_2^2, u_3^2, pour les éliminer des équations (52).

Soit

$$u^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2$$

une quelconque de ces trois quantités. En nous rapportant aux relations (12), nous en déduisons l'expression

$$u^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + 2r\frac{dr}{dt}\left(\alpha\frac{d\alpha}{dt} + \beta\frac{d\beta}{dt} + \gamma\frac{d\gamma}{dt}\right) + r^2\left[\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\beta}{dt}\right)^2 + \left(\frac{d\gamma}{dt}\right)^2\right].$$

À l'aide des relations (13), (15), (16) la transformation des facteurs à cosines de direction se fait sans difficulté. On obtient d'abord

$$u^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left[(\alpha^2+\beta^2)\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2 + \sin v\left(\frac{di}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dv}{dt}\right)^2 - 2\gamma''' \sin v \frac{d\omega}{dt}\frac{di}{dt} - 2\gamma''' \frac{d\omega}{dt}\cdot\frac{dv}{dt}\right],$$

ou, en tenant compte des substitutions (17),

$$u^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left[\cos v \sin i \frac{d\omega}{dt} - \sin v \frac{di}{dt}\right]^2 + r^2\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2. \tag{55}$$

Cette expression, spécialisée pour les trois directions des coordonnées, donne lieu au système suivant:

$$\begin{aligned}
u_1^2 &= \left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + r_1^2\cos^2 v_1 . \sin^2 i\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2 + r_1^2 \sin^2 v_1 . \left(\frac{di}{dt}\right)^2 - 2r_1^2 \sin v_1 \cos v_1 . \sin i \frac{di}{dt}\frac{d\omega}{dt} + r_1^2\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2 \\
u_2^2 &= \left(\frac{dr_2}{dt}\right)^2 + r_2^2\cos^2 v_2 . \sin^2 i\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2 + r_2^2 \sin^2 v_2 . \left(\frac{di}{dt}\right)^2 - 2r_2^2 \sin v_2 \cos v_2 . \sin i \frac{di}{dt}\frac{d\omega}{dt} + r_2^2\left(\frac{d\theta_2}{dt}\right)^2 \\
u_3^2 &= \left(\frac{dr_3}{dt}\right)^2 + r_3^2\cos^2 v_3 . \sin^2 i\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2 + r_3^2 \sin^2 v_3 . \left(\frac{di}{dt}\right)^2 - 2r_3^2 \sin v_3 \cos v_3 . \sin i \frac{di}{dt}\frac{d\omega}{dt} + r_3^2\left(\frac{d\theta_3}{dt}\right)^2.
\end{aligned} \tag{56}$$

Notre but est d'éliminer les dérivées des quantités ω, i, θ de ces formules pour avoir des expressions ne contenant que r_1, r_2, r_3, s. On peut aborder cette élimination en ayant recours aux formules (38) déduites des intégrales des aires. En effet, les formules mentionnées donnent lieu aux relations suivantes:

$$\begin{aligned}
\sin^2 i\left(\frac{d\omega}{dt}\right)^2 &= \frac{\mu^2}{M^2}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}\cdot Y^2 \\
\left(\frac{di}{dt}\right)^2 &= \frac{\mu^2}{M^2}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}\cdot Z^2 \\
\sin i \frac{di}{dt}\frac{d\omega}{dt} &= \frac{\mu^2}{M^2}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}\cdot YZ
\end{aligned} \tag{57}$$

à l'aide desquelles les expressions (56) se transforment en celles-ci:

$$\begin{aligned}
u_1^2 &= \left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + r_1^2\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2 + [r_1^2\cos^2 v_1 Y^2 + r_1^2 \sin^2 v_1 Z^2 - 2r_1^2 \cos v_1 \sin v_1 YZ]\frac{\mu^2}{M^2}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4} \\
u_2^2 &= \left(\frac{dr_2}{dt}\right)^2 + r_2^2\left(\frac{d\theta_2}{dt}\right)^2 + [r_2^2\cos^2 v_2 Y^2 + r_2^2 \sin^2 v_2 Z^2 - 2r_2^2 \cos v_2 \sin v_2 YZ]\frac{\mu^2}{M^2}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4} \\
u_3^2 &= \left(\frac{dr_3}{dt}\right)^2 + r_3^2\left(\frac{d\theta_3}{dt}\right)^2 + [r_2^2\cos^2 v_3 Y^2 + r_3^2 \sin^2 v_3 Z^2 - 2r_3^2 \cos v_3 \sin v_3 YZ]\frac{\mu^2}{M^2}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^2}.
\end{aligned} \tag{58}$$

On peut remarquer l'expression de

$$\frac{u_1^2}{m_1} + \frac{u_2^2}{m_1} + \frac{u_3^2}{m_3},$$

qui résulte de ces formules. On obtient en effet

$$\frac{u_1^2}{m_1}+\frac{u_2^2}{m_2}+\frac{u_3^2}{m_3}=\frac{1}{m_1}\left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2+\frac{1}{m_2}\left(\frac{dr_2}{dt}\right)^2+\frac{1}{m_3}\left(\frac{dr_3}{dt}\right)^2+\frac{r_1^2}{m_1}\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2+\frac{r_2^2}{m_2}\left(\frac{d\theta_2}{dt}\right)^2+\frac{r_3^2}{m_3}\left(\frac{d\theta_3}{dt}\right)^2$$
$$+\left[XY^2+YZ^2-2YZ^2\right]\frac{\mu^2}{M^2}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}$$

ou bien, parce qu'on a

$$XY^2-YZ^2=Y(XY-Z^2)=\frac{M}{\mu}\Delta^2\,.\,Y\,,$$

$$\frac{u_1^2}{m_1}+\frac{u_2^2}{m_2}+\frac{u_3^2}{m_3}=\sum\frac{1}{m}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\sum\frac{r^2}{m}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2+\frac{\mu}{M}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^2}\,.\,Y\,. \tag{59}$$

Pour aller plus loin, il faut éliminer les quantités

$$\frac{d\theta_1}{dt}\,,\quad\frac{d\theta_2}{dt}\,,\quad\frac{d\theta_3}{dt}$$

des formules (58). Prenons à cette effet les formules (25), savoir:

$$\begin{aligned}S_1&=r_2^2\frac{dr_3^2}{dt}-r_3^2\frac{dr_2^2}{dt}\\ S_1&=r_2^2\frac{dr_1^2}{dt}-r_1^2\frac{dr_3^2}{dt}\\ S_3&=r_1^2\frac{dr_2^2}{dt}-r_2^2\frac{dr_1^2}{dt}\end{aligned} \tag{60}$$

ainsi que les formules (25), définissant la quantité s. De ces dernières formules se déduisent immédiatement les relations:

$$\begin{aligned}r_1^2\left(s-2\Delta\frac{d\theta_1}{dt}\right)&=\frac{1}{2}(S_2+S_3)\\ r_2^2\left(s-2\Delta\frac{d\theta_2}{dt}\right)&=\frac{1}{2}(S_3+S_1)\\ r_3^2\left(s-2\Delta\frac{d\theta_3}{dt}\right)&=\frac{1}{2}(S_1+S_2)\end{aligned} \tag{61}$$

d'où, à cause des relations

$$\begin{aligned}2P_1&=S_2+S_3\\ 2P_2&=S_3+S_1\\ 2P_3&=S_1+S_2\,,\end{aligned}$$

s'obtiennent les expressions suivantes des quantités dont il s'agit:

$$\begin{aligned}2\Delta\frac{d\theta_1}{dt}&=-s-\frac{P_1}{r_1^2}\\ 2\Delta\frac{d\theta_2}{dt}&=-s-\frac{P_2}{r_2^2}\\ 2\Delta\frac{d\theta_3}{dt}&=-s-\frac{P_3}{r_3^2}\,.\end{aligned} \tag{62}$$

En élevant aux carrés, on en déduit:

$$\begin{aligned} 4\Delta^2\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2 &= s^2 + 2s\frac{P_1}{r_1^2} + \frac{P_1^2}{r_1^4} \\ 4\Delta^2\left(\frac{d\theta_2}{dt}\right)^2 &= s^2 + 2s\frac{P_2}{r_2^2} + \frac{P_2^2}{r_2^4} \\ 4\Delta^2\left(\frac{d\theta_3}{dt}\right)^2 &= s^2 + 2s\frac{P_3}{r_3^2} + \frac{P_3^2}{r_3^4} \end{aligned} \qquad (63)$$

Pour le moment nous allons employer ces expressions pour la réduction de l'expression (59). En multipliant les équations (63) par

$$\frac{r_1^2}{m_1}, \quad \frac{r_2^2}{m_2}, \quad \frac{r_3^2}{m_3}$$

nous aurons en effet

$$4\Delta^2\sum\frac{r^2}{m}\frac{d\theta}{dt} = 2Rs^2 + 4Ss + \sum\frac{1}{m}\frac{P^2}{r^2}, \qquad (64)$$

de sorte que l'expression (59) conduit à la suivante:

$$\frac{u_1^2}{m_1} + \frac{u_2^2}{m_2} + \frac{u_3^2}{m_3} = \sum\frac{1}{m}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4\Delta^2}\sum\frac{1}{m}\frac{P^2}{r^2} + \frac{1}{2}\frac{R}{\Delta^2}s^2 + \frac{S}{\Delta^2}s + \frac{\mu}{M}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^2}Y. \qquad (65)$$

En considérant l'équation des forces vives on tire de cette formule la suivante:

$$h + 2M\sum\frac{1}{mr} = \sum\frac{1}{m}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4\Delta^2}\sum\frac{1}{m}\frac{P^2}{r^2} + \frac{1}{2}\frac{R}{\Delta^2}s^2 + \frac{S}{\Delta^2}s + \frac{\mu}{M}\cdot\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^2}Y, \qquad (66)$$

qui, outre les variables r_1, r_2, r_3, s, ne contient pas autre inconnue que la quantité

$$k^2\sin^2 i\,.\,Y.$$

Comme d'après la relation (50) on a

$$k^2\sin^2 i = k^2 - \frac{R^2s^2 + 2RSs + S^2}{\Delta^2}, \qquad (67)$$

les formules (66) et (67) sont elles appropriées à l'élimination des inconnues $\sin^2 i$ et Y des expressions (58). Pour les délivrer aussi de la quantité inconnue Z il faut encore recourir à la relation fondamentale (50), savoir

$$k\cos i = -\frac{Rs + S}{\Delta}.$$

Différentions cette relation, ce qui donne

$$k\sin i\frac{di}{dt} = \frac{1}{\Delta^2}\left[R\Delta\frac{ds}{dt} + s\left(\Delta\frac{dR}{dt} - R\frac{d\Delta}{dt}\right) + \left(\Delta\frac{dS}{dt} - S\frac{d\Delta}{dt}\right)\right]$$

et y substituons l'expression du système (38), savoir

$$\frac{1}{\sin i}\frac{di}{dt} = -\frac{\mu}{M}\cdot\frac{k}{\Delta^2}Z$$

pour avoir

$$\frac{\mu}{M}\cdot\frac{k\sin^2 i}{\Delta^2}Z=\frac{R\Delta\frac{ds}{dt}+s\left(\Delta\frac{dR}{dt}-R\frac{d\Delta}{dt}\right)+\left(\Delta\frac{dS}{dt}-S\frac{d\Delta}{dt}\right)}{\Delta^2} \tag{68}$$

— relation qui sert à déterminer la quantité Z. Ainsi les formules (66), (67), (68) nous donnent les moyens d'éliminer les inconnues

$$Y,\ Z \text{ et } \sin^2 i$$

des expressions (58) des quantités $u_1^2,\ u_2^2,\ u_3^2$.

5. Equations explicites du second ordre. Transformations ultérieures des quantités $u_1^2,\ u_2^2,\ u_3^2$.

Pour achever les réductions des expressions (58) des vitesses carrées

$$u_1^2,\quad u_2^2,\quad u_3^2$$

il faut encore étudier les quantités

$$r_1^2\cos^2 v_1\,;\quad r_1^2\sin^2 v_1\,,\quad r_1^2\sin v_1\cos v_1$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots$$

qui entrent dans ces relations.

Or, d'après les notations qui viennent d'être fixées, on a

$$\begin{aligned}X=\sum\frac{\xi^2}{m}&=\frac{r_1^2\cos^2 v_1}{m_1}+\frac{r_2^2\cos^2 v_2}{m_2}+\frac{r_3^2\cos^2 v_3}{m_3}\\ &-\frac{1}{2}\left(\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right)+\frac{1}{2}\left(\frac{r_1^2\cos 2v_1}{m_1}+\frac{r_2^2\cos 2v_2}{m_2}+\frac{r_3^2\cos 2v_3}{m_3}\right).\end{aligned} \tag{69}$$

Mais à cause des relations géométriques suivantes, où $h_1,\ h_2,\ h_3$ désignent les angles du triangle des trois corps,

$$\begin{aligned}v_3-v_2&=180^\circ-h_1\\ v_1-v_3&=180^\circ-h_2\\ v_2-v_1&=180^\circ-h_3\,,\end{aligned} \tag{70}$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned}\cos 2v_1&=\cos 2v_1\\ \cos 2v_2&=\cos 2v_1\cos 2h_3+\sin 2v_1\sin 2h_3\\ \cos 2v_3&=\cos 2v_1\cos 2h_2-\sin 2v_1\sin 2h_2\,,\end{aligned}$$

on trouve facilement

$$\sum \frac{r^2 \cos 2v}{m} = \cos 2v_1 \left[\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} \cos 2h_3 + \frac{r_3^2}{m_3} \cos 2h_2 \right] + \sin 2v_1 \left[\frac{r_2^2}{m_2} \sin 2h_3 - \frac{r_3^2}{m_3} \sin 2h_2 \right] \tag{71}$$

et par conséquent, comme

$$X - \frac{1}{2}\left(\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right) = X - R = X - \frac{1}{2}(X + Y) - \frac{1}{2}(X - Y),$$

la relation suivante:

$$X - Y = \cos 2v_1 \left[\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} \cos 2h_3 + \frac{r_3^2}{m_3} \cos 2h_2 \right] + \sin 2v_1 \left[\frac{r_2^2}{m_2} \sin 2h_3 - \frac{r_3^2}{m_3} \sin 2h_2 \right]. \tag{72}$$

De même, comme

$$\sin 2v_1 = \sin 2v_1$$
$$\sin 2v_2 = \sin 2v_1 \cos 2h_3 - \cos 2v_1 \sin 2h_3$$
$$\sin 2v_3 = \sin 2v_1 \cos 2h_2 + \cos 2v_1 \sin 2h_2$$

et parce que nous avons [voir (39)]

$$Z = \sum \frac{\xi\eta}{m},$$

s'obtient la formule:

$$2Z = -\cos 2v_1 \left[\frac{r_2^2}{m_2} \sin 2h_3 - \frac{r_3^2}{m_3} \sin 2h_2 \right] + \sin 2v_1 \left[\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} \cos 2h_3 + \frac{r_3^2}{m_3} \cos 2h_2 \right]. \tag{73}$$

Des formules (72) et (73) on tire, en désignant toujours

$$D^2 = R^2 - \frac{M}{\mu} \Delta^2, \tag{74}$$

les expressions:

$$\cos 2v_1 = \frac{\left(R - \frac{\mu_1}{r_1^2}\Delta^2\right)(X - Y) - \frac{m_1}{r_1^2}\frac{\Delta}{\mu}(m_3 p_3 - m_2 p_2) \cdot 2Z}{2D^2}$$
$$\sin 2v_1 = \frac{\left(R - \frac{\mu_1}{r_1^2}\Delta^2\right) \cdot 2Z + \frac{m_1}{r_1^2}\frac{\Delta}{\mu}(m_3 p_3 - m_2 p_2)(X - Y)}{2D^2}. \tag{75}$$

Substituons ces quantités dans l'expression de u_1^2 tirée des équations (58), savoir

$$u_1^2 = \left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + r_1^2\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2 + \frac{1}{2}r_1^2[Y^2 + Z^2 + (Y^2 - Z^2)\cos 2v_1 - 2YZ\sin 2v_1]\frac{\mu^2}{M^2}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4},$$

en remarquant l'identité

$$Y^2 + Z = Y(2R - X) + Z^2 = 2RY - (XY - Z^2) = 2RY - \frac{M}{\mu}\Delta^2,$$

pour avoir, après quelques réductions,

$$u_1^2 = \left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + r_1^2\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2 + \frac{\mu^2}{M^2}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}\left\{\frac{r_1^2}{2}\left[2RY - \frac{M}{\mu}\Delta^2\right] + \right.$$

$$\left. + \frac{Rr_1^2 - \mu_1\Delta^2}{2D^2}\left[-(R^2 + D^2)Y + \frac{M}{\mu}R\Delta^2\right] - \frac{\frac{m_1}{\mu}\Delta[m_3p_3 - m_2p_2]}{2D^2}\cdot\frac{M}{\mu}\Delta^2 Z\right\},$$

où p_1, p_2, p_3 sont les quantités (5) introduites par LAGRANGE dans cette analyse. Alors nous sommes prêts à transformer définitivement les expressions u_1^2, u_2^2, u_3^2. Eliminons d'abord de l'expression précédente de u_1^2 la dérivée

$$\frac{d\theta_1}{dt}$$

à l'aide de l'équation

$$4\Delta^2\left(\frac{d\theta_1}{dt}\right)^2 = s^2 + 2s\frac{P_1}{r_1^2} + \frac{P_1^2}{r_1^4}$$

du système (63) du § précédent, pour avoir

$$u_1^2 = \left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + \frac{r_1^2s^2 + 2P_1s + \frac{1}{r_1^2}P_1^2}{4\Delta^2} + \frac{\mu^2}{M^2}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}\left[-\frac{1}{2}r_1^2\frac{M}{\mu}\Delta^2 + \frac{1}{2}\frac{Rr_1^2 - \mu_1\Delta^2}{D^2}\cdot\frac{M}{\mu}R\Delta^2\right]$$

$$+ \frac{\mu^2}{M^2}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}\cdot Y\left[r_1^2R - \frac{1}{2}\frac{[Rr_1^2 - \mu_1\Delta^2](R^2 + D^2)}{D^2}\right]$$

$$- \frac{\mu^2}{M^2}\frac{k^2\sin^2 i}{\Delta^4}Z\cdot\frac{1}{2}\frac{\frac{M}{\mu}\cdot\frac{m_1}{\mu}\Delta^3(m_3p_3 - m_2p_2)}{D^2},$$

et appliquons à cette formule qui vient d'être ordonnée suivant les quantités

$$\sin^2 i;\ \sin^2 i.\ Y;\ \sin^2 i.\ Z,$$

les relations auxiliaires (66), (67), (68) signalées à la fin du § précédant. On trouve ainsi les expressions définitives des quantités u_1^2, u_2^2, u_3^2 ordonnées suivant la quantité s, à savoir:

$$u_1^2 = s^2\cdot\frac{\mu_1R - \frac{M}{\mu}r_1^2}{4D^2} + s\left\{\frac{P_1}{2\Delta^2} + \frac{\mu_1S}{2D^2} - \frac{r_1^2R}{\Delta^2}\cdot\frac{S}{2D^2} - \frac{\Delta^2\frac{dR}{dt} - \frac{1}{2}R\frac{d\Delta^2}{dt}}{\Delta^2}\cdot\frac{m_1}{\mu}\cdot\frac{m_3p_3 - m_2p_2}{2D^2}\right\}$$

$$+ \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4}\frac{P_1^2}{r_1^2\Delta^2} + \frac{\mu}{M}\frac{S^2 - k^2\Delta^2}{\Delta^2}\cdot\frac{\mu_1R - \frac{M}{\mu}r_1^2}{2D^2} \qquad (76)$$

$$+\frac{\mu}{M}\cdot\frac{\left[h+2M\sum\frac{1}{mr}-\sum\frac{1}{m}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right]\Delta^2-\frac{1}{4}\sum\frac{P^2}{mr^2}\cdot\frac{\mu_1(R^2+D^2)-\frac{M}{\mu}r_1^2R}{2D^2}}{\Delta^2}$$

$$+\frac{\frac{1}{2}S\frac{d\Delta^2}{dt}-\Delta^2\frac{dS}{dt}+R\Delta^2\sum mpq}{\Delta^2}\cdot\frac{m_1}{\mu}\cdot\frac{m_3p_3-m_2p_2}{2D^2} \qquad (76)$$

$u_2^2 =$ . . . . . .

$u_3^2 =$ . . . . . .

6. Équations explicites du second ordre. Résumé des formules.

Pour la résolution de notre problème on possède, d'après ce qui vient d'être montré, les formules suivantes:

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{2}\frac{d^2r_1^2}{dt^2}+\frac{M}{r_1}+m_1(p_2q_2-p_3q_3)-u_1^2=0\\
&\frac{1}{2}\frac{d^2r_2^2}{dt^2}+\frac{M}{r_2}+m_2(p_3q_3-p_1q_1)-u_2^2=0\\
&\frac{1}{2}\frac{d^2r_3^2}{dt^2}+\frac{M}{r_3}+m_3(p_1q_1-p_2q_2)-u_3^2=0,
\end{aligned} \qquad \text{I.}$$

puis les expressions des quantités u_1^2, u_2^2, u_3^2 que nous venons de fixer, savoir

$$u_1^2=s^2\frac{\mu_1R\cdot\frac{M}{\mu}r_1^2}{4D^2}$$

$$+\ .\ .\ .\ .\ .\ .\ .$$

$$+\frac{1}{2}\frac{S\frac{d\Delta^2}{dt}-2\Delta^2\frac{ds}{dt}+2R\Delta^2\sum mpq}{\Delta^2}\cdot\frac{m_1}{\mu}\cdot\frac{m_3p_3-m_2p_2}{2D^2} \qquad \text{II.}$$

$u_1^2 =$ . . . . . .

$u_3^2 =$ . . . . . .

et encore l'équation suivante

$$\frac{dS}{dt}=\frac{1}{4}\mu_1\left[r_2^2\frac{d^2r_3^2}{dt^2}-r_3^2\frac{d^2r_2^2}{dt^2}\right]+\frac{1}{4}\mu_2\left[r_3^2\frac{d^2r_1^2}{dt^2}-r_1^2\frac{d^2r_3^2}{dt^2}\right]+\frac{1}{4}\mu_3\left[r_1^2\frac{d^2r_2^2}{dt^2}-r_2^2\frac{d^2r_1^2}{dt^2}\right], \qquad \text{III.}$$

obtenue par différentiation de la relation (28). Enfin nous avons l'équation différentielle

$$\frac{ds}{dt}+\sum mpq=0\,. \qquad \text{IV.}$$

On doit considérer comme inconnues dans ces formules les quantités:

$$\frac{d^2r_1^2}{dt^2},\quad \frac{d^2r_2^2}{dt^2},\quad \frac{d^2r_3^2}{dt^2}$$

$$u_1^2,\quad u_2^2,\quad u_3^2,$$

$$\frac{dS}{dt}$$

— toutes les autres quantités y figurant dépendant seulement des r_1, r_2, r_3, s et des dérivées premières de ces variables.

La question se pose donc, s'il soit possible, à l'aide des sept équations I, II, III, de déterminer les sept quantités inconnues. En substituant les expressions I dans III, on obtient

$$2\frac{dS}{dt} - 2R\sum mpq = (\mu_2 r_3^2 - \mu_3 r_2^2)\, u_1^2 + (\mu_3 r_1^2 - \mu_1 r_3^2)\, u_2^2 + (\mu_1 r_2^2 - \mu_2 r_1^2)\, u_3^2 .$$

Si l'on élimine, à l'aide de II, les vitesses carrées

$$u_1^2,\quad u_2^2,\quad u_3^2$$

de cette formule, l'inconnue

$$\frac{dS}{dt}$$

disparaît et on se trouve amené à l'équation:

$$\begin{aligned}\frac{S}{J^2}\frac{dJ^2}{dt} = {} & (\mu_2 r_3^2 - \mu_3 r_2^2)\left[\left(\frac{dr_1}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4J^2}\frac{P_1^2}{r_1^2}\right] + (\mu_3 r_1^2 - \mu_1 r_3^2)\left[\left(\frac{dr_2}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4J^2}\frac{P_2}{r_2^2}\right] \\ & + (\mu_1 r_2^2 - \mu_2 r_1^2)\left[\left(\frac{dr_3}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4J^2}\frac{P_3}{r_3^2}\right]\end{aligned} \tag{77}$$

ce qui est une identité.

On voit donc que les équations I, II, III ne sont pas toutes distinctes et qu'il soit impossible d'en déterminer les trois dérivées du second ordre

$$\frac{d^2r_1^2}{dt^2},\quad \frac{d^2r_2^2}{dt^2},\quad \frac{d^2r_3^2}{dt^2}.$$

Car, si cela était possible, on pourrait encore déterminer

$$\frac{dS}{dt}.$$

Par conséquent il n'existe que deux relations distinctes du second ordre dérivables des équations données. Nous avons déjà trouvé l'une de ces équations et il n'y a qu'un pas pour en dériver une autre. Cependant il sera utile de rappeler quelques formules utiles à ce but ainsi que pour le traitement de l'équation (77). Ce sont les formules suivantes:

$$R = \frac{1}{2}\left(\frac{r_1^2}{m_1} + \frac{r_2^2}{m_2} + \frac{r_3^2}{m_3}\right) = \frac{1}{2}(\mu_1 p_1 + \mu_2 p_2 + \mu_3 p_3);$$

$$\Delta^2 = \frac{1}{2}(p_1 r_1^2 + p_2 r_2^2 + p_3 r_3^2) = p_1 p_2 + p_2 p_3 + p_3 p_1;$$

$$\frac{d\Delta^2}{dt} = p_1 \frac{dr_1^2}{dt} + p_2 \frac{dr_2^2}{dt} + p_3 \frac{dr_3^2}{dt} = r_1^2 \frac{dp_1}{dt} + r_2^2 \frac{dp_2}{dt} + r_3^2 \frac{dp_3}{dt};$$

$$P_1 = p_2 \frac{dp_3}{dt} - p_3 \frac{dp_2}{dt}; \qquad P_2 = p_3 \frac{dp_1}{dt} - p_1 \frac{dp_3}{dt}; \qquad P_3 = p_1 \frac{dp_2}{dt} - p_2 \frac{dp_1}{dt};$$

$$p_1 P_1 + p_2 P_2 + p_3 P_3 = 0; \qquad dp_1 P_1 + dp_2 P_2 + dp_3 P_3 = 0;$$

$$S = \frac{1}{2}\left(\frac{P_1}{m_1} + \frac{P_2}{m_2} + \frac{P_3}{m_3}\right) = \frac{1}{4}(\mu_1 S_1 + \mu_2 S_2 + \mu_3 S_3);$$

$$\Delta^2 \frac{dR}{dt} - \frac{1}{2} R^2 \frac{d\Delta^2}{dt} = -\frac{1}{4} P_1 (\mu_2 r_3^2 - \mu_3 r_2^2) \tag{78}$$

$$-\frac{1}{4} P_2 (\mu_3 r_1^2 - \mu_1 r_3^2)$$

$$-\frac{1}{4} P_3 (\mu_1 r_2^2 - \mu_2 r_1^2)$$

$$R^2 - \frac{M}{\mu}\Delta^2 = D^2$$

$$r_2^2 r_3^2 - p_1^2 = r_3^2 r_1^2 - p_2^2 = r_1^2 r_2^2 - p_3^2 = \Delta^2$$

$$\mu_2 \mu_3 - \frac{1}{m_1^2} = \mu_3 \mu_1 - \frac{1}{m_2^2} = \mu_1 \mu_2 - \frac{1}{m_3^2} = \frac{M}{\mu}$$

$$\mu_2 + \mu_3 - \mu_1 = \frac{2}{m_1}; \qquad \mu_3 + \mu_1 - \mu_2 = \frac{2}{m_2}; \qquad \mu_1 + \mu_2 - \mu_3 = \frac{2}{m_3}.$$

Revenons aux équations II et les multiplions respectivement par $\frac{1}{m_1}$, $\frac{1}{m_2}$, $\frac{1}{m_3}$. En ajoutant les résultats, on obtient facilement

$$\frac{u_1^2}{m_1} + \frac{u_2^2}{m_2} + \frac{u_3^2}{m_3} = h + 2M\left[\frac{1}{m_1 r_1} + \frac{1}{m_2 r_2} + \frac{1}{m_3 r_3}\right],$$

et si l'on élimine le premier membre à l'aide des equations I, il résulte

$$\frac{1}{2}\left[\frac{d^2 r_1^2}{m_1} + \frac{d^2 r_2^2}{m_2} + \frac{d^2 r_3^2}{m_3}\right] - (m_1 + m_2 + m_3)\left[\frac{1}{m_1 r_1} + \frac{1}{m_2 r_2} + \frac{1}{m_3 r_3}\right] = h \tag{A}$$

— formule, où dans les coëfficients différentiels on a laissé de côté le dénominateur dt^2. Cette formule qui s'écrit encore

$$\frac{d^2 R}{dt^2} - M \sum \frac{1}{mr} = h \tag{79}$$

constitue la première relation cherchée.

On peut trouver une seconde relation, en multipliant les équations II respectivement par p_1, p_2, p_3. En ajoutant on obtient

$$p_1 u_1^2 + p_2 u_2^2 + p_3 u_3^2 = \frac{1}{2} s^2 + \sum p \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{1}{4\Delta^2} \sum \frac{p P^2}{r^2} + \frac{\mu}{M} \frac{S^2 - k^2 \Delta^2}{\Delta^2} + \frac{2\mu}{M} R \left[h + 2M \sum \frac{1}{mr}\right] -$$
$$- 2 \frac{\mu}{M} R \sum \frac{1}{m} \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 - 2 \frac{\mu}{M} R_1 \cdot \frac{1}{4\Delta^2} \sum \frac{P^2}{mr^2}$$

ou bien, après quelques réductions,

$$p_1 u_1^2 + p_2 u_2^2 + p_3 u_3^2 = \frac{1}{2} s^2 - \frac{\mu}{M} k^2 +$$
$$+ \frac{1}{2} \sum dp_2 dp_3 - \frac{\mu}{M} \left(\frac{dR}{dt}\right)^2 + 2 \frac{\mu}{M} R \left[h + 2M \sum \frac{1}{mr}\right]. \tag{80}$$

Si l'on forme maintenant l'expression de la quantité

$$p_1 u_1^2 + p_2 u_2^2 + p_3 u_3^2$$

à l'aide des équations I, on obtient tout de suite:

$$\frac{1}{2}\left(p_1 \frac{d^2 r_1^2}{dt} + p_2 \frac{d^2 r_2^2}{dt} + p_3 \frac{d^2 r_3^2}{dt}\right) + M \left[\frac{p_1}{r_1} + \frac{p_2}{r_2} + \frac{p_3}{r_3}\right] + m_1 p_1 (p_2 q_2 - p_3 q_3) + m_2 p_2 (p_3 q_3 - p_1 q_1) +$$
$$+ m_3 p_3 (p_1 q_1 - p_2 q_2) = \frac{1}{2} s^2 - \frac{\mu}{M} k^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{dp_2}{dt}\frac{dp_3}{dt} + \frac{dp_3}{dt}\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_1}{dt}\frac{dp_2}{dt}\right) - \frac{\mu}{M}\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 + \tag{81}$$
$$+ 2 \frac{\mu}{M} R \left[h + 2M \sum \frac{1}{mr}\right].$$

Mais il est facilement visible que

$$M \left[\frac{p_1}{r_1} + \frac{p_2}{r_2} + \frac{p_3}{r_3}\right] + m_1 p_1 (p_2 q_2 - p_3 q_3) + m_2 p_2 (p_3 q_3 - p_1 q_1) + m_3 p_3 (p_1 q_1 - p_2 q_2) =$$
$$= \Delta^2 \left[\frac{m_2 + m_3}{r_1^3} + \frac{m_3 + m_1}{r_2^3} + \frac{m_1 + m_2}{r_3^3}\right] \tag{82}$$

de sorte qu'on obtient

$$\frac{1}{2}\left[p_1 \frac{d^2 r_1^2}{dt^2} + p^2 \frac{d^2 r_2^2}{dt^2} + p^3 \frac{d^2 r_3^2}{dt^2}\right] + \Delta^2 \left[\frac{m_2 + m_3}{r_1^3} + \frac{m_3 + m_1}{r_2^3} + \frac{m_1 + m_2}{r_3^3}\right] = \frac{1}{2} s^2 - \frac{\mu}{M} k^2$$
$$+ \frac{1}{2}\left[\frac{dp_2}{dt}\frac{dp_3}{dt} + \frac{dp_3}{dt}\frac{dp_1}{dt} + \frac{dp_1}{dt}\frac{dp_2}{dt}\right] - \frac{\mu}{M}\left(\frac{dR}{dt}\right)^2 + 2 \frac{\mu}{M} R \left[h + \frac{1}{m_1 r_1} + \frac{1}{m_2 r_2} + \frac{1}{m_3 r_3}\right]. \tag{83}$$

Mais comme on a toujours, en laissant de côté, dans certaines des formules, le dénominateur dt^2,

$$d^2 \Delta^2 = p_1 d^2 r_1^2 + p_2 d^2 r_2^2 + p_3 d^2 r_3^2$$
$$+ dp_1 dr_1^2 + dp_2 dr_2^2 + dp_3 dr_3^2$$
$$= p_1 d^2 r_1^2 + p_2 d^2 r_2^2 + p_3 d^2 r_3^2$$
$$+ 2 [dp_2 dp_3 + dp_3 dp_1 + dp_1 dp_2],$$

cette formule se transforme en celle-ci

$$\frac{1}{2}\frac{d^2\Delta^2}{dt^2}+\Delta^2\left(\frac{m_2+m_3}{r_1^3}+\frac{m_3+m_1}{r_2^3}+\frac{m_1+m_2}{r_3^3}\right)=\frac{1}{2}s^2-\frac{\mu}{m}k^2+2\frac{\mu}{M}R\left[h+2M\sum\frac{1}{mr}\right]+Q, \qquad (84)$$

où l'on a désigné

$$Q=\frac{3}{2}\sum dp_2\,dp_3-\frac{1}{4}\frac{\mu}{M}\left[\sum\mu\,dp\right]^2.$$

Au lieu de la formule (84), une autre plus symétrique s'obtient de (83), en observant qu'on a

$$dp_2\,dp_3+dp_3\,dp_1+dp_1\,dp_2=\frac{1}{4}\left[-(dr_1^2)^2-(dr_2^2)^2-(dr_3^2)^2+2\,dr_2^2\,dr_3^2+2\,dr_3^2\,dr_1^2+2\,dr_1^2\,dr_2^2\right]$$

et que

$$(dR)^2=\frac{1}{4}\left(\frac{dr_1^2}{m_1}+\frac{dr_2^2}{m_2}+\frac{dr_3^2}{m_3}\right)^2,$$

savoir:

$$\begin{aligned}&(r_2^2+r_3^2-r_1^2)\,d^2r_1^2+(r_3^2+r_1^2-r_2^2)\,d^2r_2^2+(r_1^2+r_2^2-r_3^2)\,d^2r_3^2\\&+\left[-r_1^4-r_2^4-r_3^4+2r_2^2r_3^2+2r_2^2r_1^2+2r_1^2r_2^2\right]\left[\frac{m_2+m_3}{r_1^3}+\frac{m_3+m_1}{r_2^3}+\frac{m_1+m_2}{r_3^3}\right]\\&=2s^2-4\frac{\mu}{M}k^2+\frac{1}{2}\left[-(dr_1^2)^2-(dr_2^2)^2-(dr_3^2)^2+2\,dr_2^2\,dr_3^2+2\,dr_3^2\,dr_1^2+2\,dr_1^2\,dr_2^2\right]-\frac{\mu}{M}\left[\frac{dr_1^2}{m_1}+\frac{dr_2^2}{m_2}+\frac{dr_3^2}{m_3}\right]^2\\&+4\frac{\mu}{M}\left(\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right)\left[h+2(m_1+m_2+m_3)\left(\frac{1}{m_1r_1}+\frac{1}{m_2r_2}+\frac{1}{m_3r_3}\right)\right]\end{aligned} \qquad (B)$$

— ce qui est la deuxième des formules cherchées.

Il n'est pas possible de trouver, au moyen des équations I, II, III, une troisième formule contenant seulement les premières et les secondes dérivées des distances mutuelles. Néanmoins une troisième formule de cette caractère existe; c'est la formule souvent employée

$$XY-Z^2=\frac{M}{\mu}\Delta^2. \qquad (85)$$

En effet, les formules (66) (67) (68) montrent que les quantités X, Y, Z représentent des expressions ne contenant que les dérivées premières et secondes des distances r_1, r_2, r_3. Cette équation n'est point linéaire par rapport aux quantités

$$d^2r_1^2,\quad d^2r_2^2,\quad d^2r_3^2$$

comme les formules A et B le sont, et elle est en outre assez compliquée. Il convient de s'arranger par rapport à ce point comme il suit:

Posons

$$\begin{aligned}W&=R^2s^2+2RSs+S^2-k^2\Delta^2\\V&=\left[h+2M\sum\frac{1}{mr}\right]\Delta^2-\Delta^2\sum\frac{1}{m}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2-\frac{1}{4}\sum\frac{1}{m}\frac{P^2}{r^2}-sS-\frac{1}{2}Rs^2\\U&=\Delta^2\frac{d(Rs+S)}{dt}-\frac{1}{2}\frac{d\Delta^2}{dt}(Rs+S).\end{aligned} \qquad (86)$$

Avec ces notations les formules (66) (67) (68) conduisent aux expressions suivantes:

$$\begin{aligned} X &= +\frac{M}{\mu}\Delta^2\cdot\frac{V}{W}+2R\\ Y &= -\frac{M}{\mu}\Delta^2\cdot\frac{V}{W}\\ Z &= -\frac{M}{\mu}\Delta\cdot\frac{U}{W}, \end{aligned} \tag{87}$$

de sorte que l'équation (85) se transforme en celle-ci

$$\frac{M}{\mu}U^2+W^2+2RVW+\frac{M}{\mu}\Delta^2\cdot V^2=0. \tag{C}$$

Les expressions symmétriques des quantités dont se compose cette relation sont les suivantes:

$$R=\frac{1}{2}\left(\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right) \tag{88}$$

$$\begin{aligned} U=\frac{1}{4}[-r_1^4-r_2^4-r_3^4+2r_2^2r_3^2+2r_3^2r_1^2+2r_1^2r_2^2]\times\Big\{&\frac{1}{4}\mu_1(r_2^2d^2r_3^2-r_3^2d^2r_2^2)+\frac{1}{4}\mu_2(r_3^2d^2r_1^2-r_1^2d^2r_3^2)+\\ &+\frac{1}{4}\mu_3(r_1^2d^2r_2^2-r_2^2d^2r_1^2)+\frac{1}{2}s\left(\frac{dr_1^2}{m_1}+\frac{dr_2^2}{m_2}+\frac{dr_3^2}{m_3}\right)+\frac{1}{2}\frac{ds}{dt}\left(\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right)\Big\}-\\ &-\frac{1}{4}[(r_2^2+r_3^2-r_1^2)dr_1^2+(r_3^2+r_1^2-r_2^2)dr_2^2+(r_1^2+r_2^2-r_3^2)dr_3^2]\times \end{aligned} \tag{89}$$

$$\times\left\{\frac{1}{4}\mu_1(r_2^2dr_3^2-r_3^2dr_2^2)+\frac{1}{4}\mu_2(r_3^2dr_1^2-r_1^2dr_3^2)+\frac{1}{4}\mu_3(r_1^2dr_2^2-r_2^2dr_1^2)+\frac{1}{2}s\left[\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right]\right\}$$

$$\begin{aligned} V=\frac{1}{4}[-r_1^4-r_2^4-r_3^4+2r_2^2r_3^2+2r_3^2r_1^2+2r_1^2r_2^2]\times\Big\{&h+2(m_1+m_2+m_3)\left(\frac{1}{m_1r_1}+\frac{1}{m_2r_2}+\frac{1}{m_3r_3}\right)-\\ &-\frac{1}{4}\left[\frac{1}{m_1r_1^2}(dr_1^2)^2+\frac{1}{m_2r_2^2}(dr_2^2)^2+\frac{1}{m_3r_3^2}(dr_3^2)^2\right]\Big\}-\frac{1}{16}\Big\{\frac{1}{m_1r_1^2}[r_3^2dr_1^2-r_1^2dr_3^2+r_1^2dr_2^2-r_2^2dr_1^2]^2+\\ &+\frac{1}{m_2r_2^2}[r_1^2dr_2^2-r_2^2dr_1^2+r_2^2dr_3^2-r_3^2dr_2^2]^2+\frac{1}{m_3r_3^2}[r_2^2dr_3^2-r_3^2dr_2^2+r_3^2dr_2^2-r_1^2dr_3^2]^2\Big\}-\\ &-\frac{1}{4}s[\mu_1(r_2^2dr_3^2-r_3^2dr_2^2)+\mu_2(r_3^2dr_1^2-r_1^2dr_3^2)+\mu_3(r_1^2dr_2^2-r_2^2dr_1^2)]-\frac{1}{4}s^2\left[\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right] \end{aligned} \tag{90}$$

et

$$\begin{aligned} W=&-\frac{1}{4}k^2[-r_1^4-r_2^4-r_3^4+2r_2^2r_3^2+2r_3^2r_1^2+2r_1^2r_2^2]+\\ &+\frac{1}{16}[\mu_1(r_2^2dr_3^2-r_3^2dr_2^2)+\mu_2(r_3^2dr_1^2-r_1^2dr_3^2)+\mu_3(r_1^2dr_2^2-r_2^2dr_1^2)]^2\\ &+\frac{1}{4}s\left[\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right][\mu_1(r_2^2dr_3^2-r_3^2dr_2^2)+\mu_2(r_3^2dr_1^2-r_1^2dr_3^2)+\mu_3(r_1^2dr_2^2-r_2^2dr_1^2)]\\ &+\frac{1}{4}s^2\left[\frac{r_1^2}{m_1}+\frac{r_2^2}{m_2}+\frac{r_3^2}{m_3}\right]^2. \end{aligned} \tag{91}$$

L'équation (C) correspond à l'équation Q chéz LAGRANGE. Elle est du quatrième degré par rapport à s et du second degré par rapport à $d^2r_1^2$, $d^2r_2^2$, $d^2r_3^2$. Pour l'emploi de cette équation à l'égard de la discussion des constantes d'intégration il convient de choisir le temps

$$t = t_0$$

de manière à avoir

$$v = 0 \tag{92}$$

à cette époque. Comme on a généralement

$$U = \Delta^3 \frac{d}{dt}\left(\frac{Rs + S}{\Delta}\right)$$
$$= \Delta^3 \frac{d\cos i}{dt},$$

cette supposition conduit, comme le prouve la dernière des formules (48), à la condition

$$U = 0$$

de sorte que l'équation (C) se transforme en celle-ci

$$W^2 + 2RVW + \frac{M}{\mu} V^2 \Delta^2 = 0. \tag{C_0}$$

Mais on peut considérer ce cas sous un point de vue un peu différent.

Pour

$$v = 0$$

on a selon les formules (42)

$$\frac{\mu}{M} X = A$$

$$\frac{\mu}{M} Y = B$$

$$\frac{\mu}{M} Z = 0,$$

de sorte que l'équation

$$XY - Z^2 = \frac{M}{\mu} \Delta^2,$$

qui constitue la troisième condition, se transforme en celle-ci:

$$AB = \frac{\mu}{M} \Delta^2. \tag{94}$$

Mais, en introduisant dans cette équation les valeurs (46) de moments d'inertie principaux du système — quantités qui en outre sont indépendantes des derivées des

r_1, r_2, r_3 — on voit que la condition (94) devient identiquement remplie, ce qui est bien naturel, parceque la relation (94) est justement l'une des relations [voir (43)] qui définissent les quantités A et B. Ainsi la troisième équation est-elle remplie d'elle même, sous la condition posée:

$$\begin{cases} t = t_0 \\ v = 0, \end{cases}$$

et il devient superflu de considérer cette équation, si l'on convient de choisir pour la détermination des constantes d'intégration une époque $t = t_0$ pour laquelle on a

$$v = 0.$$

Cette remarque est d'autant plus importante que l'équation dont il s'agit est d'une grande complication. Mais alors il faut considérer comme équation de condition la formule (66) qui est bien une forme de l'intégrale des forces vives. Cependant cette équation est elle comprise dans la formule (C) ou (C_0). Car on voit tout de suite que l'équation (C_0) devient identique par suite des équations (66) et (86). Ainsi les équations (A) (B) (C) représentent, dans tous les cas, les conditions qu'on aura à imposer quant à la détermination des constantes d'intégration. Si l'on fait

$$v = 0 \quad \text{pour } t = t_0,$$

on aura à considérer la formule (C_0) au lieu de la formule (C), les formules (A) et (B) restant inchangées.

Considérons encore l'état initial particulier proposé par LAGRANGE, où les trois corps sont en ligne droite et leurs vitesses sont perpendiculaires aux rayons, c'est à dire:

$$r_2 = r_3 + r_1;$$
$$dr_1 + dr_2 = dr_3 - 0.$$

Dans ce cas les dérivées premières s'en vont partout dans nos formules. Nous aurons de plus

$$I = 0$$

et par suite des définitions (86)

$$W = R^2 s^2; \qquad V = -\frac{1}{2} R s^2; \qquad U = 0$$

de sorte que la condition (C) se reduit à

$$R^4 s^4 - R^4 s^4 = 0$$

c'est à dire à une identité. LAGRANGE a trouvé au moyen de l'équation (N) la condition

$$s = 0$$

— condition qui s'ensuit immédiatement de l'équation (49)

$$-Rs = S + k\Delta \operatorname{Cos} i,$$

employée dans ce qui précède. La condition remarquée par SERRET [pag. 271 de l'essai de LAGRANGE] doit donc être rejetée.

Nous avons, pour *le mouvement plan*,

$$i = 0$$

et partant

$$s = -\frac{S + k\Delta}{R}.$$

Ainsi, dans ce cas, la quantité s *dépend seulement des distances*. De plus on a, dans ce cas, généralement

$$U = 0$$

de sorte que l'équation (C_0) est alors généralement valable. Mais pour le mouvement plan on aura

$$\begin{aligned} W &= \Delta^2\left[\left(\frac{Rs + S}{\Delta}\right)^2 - k\right] \\ &= -k^2 \sin^2 i\, \Delta^2 \\ &= 0. \end{aligned}$$

La condition (C_0) se réduit ainsi à

$$V = 0,$$

les équations (A) et (B) restant inchangées.

Tryckt den 21 september 1907.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12,277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 10

DIE FOSSILEN HÖLZER

VON

KÖNIG KARLS LAND

VON

Dr. W. GOTHAN

IN BERLIN

MIT 1 TAFEL UND 17 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 11. SEPTEMBER 1907 DURCH V. WITTROCK UND A. G. NATHORST

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 10.

DIE FOSSILEN HÖLZER

VON

KÖNIG KARLS LAND

VON

Dr. W. GOTHAN

IN BERLIN

MIT 1 TAFEL UND 17 TEXTFIGUREN

MITGETEILT AM 11. SEPTEMBER 1907 DURCH V. WITTROCK UND A. G. NATHORST

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1907

Einleitung und Allgemeines.

Das Material, das den folgenden Untersuchungen zu Grunde liegt, wurde von Herrn Prof. A. G. Nathorst auf seiner Nordpolarexpedition im Jahre 1898 gesammelt und ist ein sehr reichliches. Bisher war von fossilen Hölzern von König-Karls-Land nur ein Stück beschrieben worden, und zwar von C. Schröter (Untersuchung über fossile Hölzer aus der arctischen Zone. Zürich 1880, p. 3 ff., T. I, Fig. 1—8), das der Autor als tertiär ansah und als eine *Larix*-Art, *Larix Johnseni* Schröt., bestimmte. Das Stück, auf das sich die Untersuchungen bezogen, war Schröter durch Oswald Heer überwiesen worden, der es im Jahre 1872 von dem Forstmeister Norman in Tromsoe erhalten hatte; gefunden war es von dem Eismeerfahrer Nils Johnsen, nach dem es auch benannt wurde. Das Vorkommen von fossilen Hölzern in König-Karls-Land erwähnen dann noch verschiedene Autoren, von denen A. Hamberg, Teilnehmer an Nathorsts Expedition (Geolog. Fören. Förhandl. Bd. 21. 1899 p. 509) und besonders A. G. Nathorst selbst (Bidrag till Kung Karls lands geologi. Geolog. Fören. Förhandl. Bd. 23 p. 361) genannt seien; letzterem und seinen Begleitern verdanken wir, wie schon bemerkt, die mühevolle Aufsammlung des vorliegenden, wie wir sehen werden, sehr wichtigen und interessanten Materials.

Der bei weitem grösste Teil der Hölzer ist verkieselt und zum guten Teil in einem ausgezeichneten Erhaltungszustande. Bei den Abietineenhölzern, die in beträchtlicher Anzahl vorhanden sind, ist die von mir als Abietineentüpfelung (Zur Anatomie leb. und foss. Gymnospermenhölzer 1905 p. 43) bezeichnete, für die Abietineen charakteristische Tüpfelung der Markstrahlzellen sehr deutlich wahrzunehmen. Meine Ansicht (l. c., p. 44 u. 45), dass die Abietineentüpfelung keineswegs ein zu subtiles Merkmal sei, um bei fossilen Hölzern zur Bestimmung verwandt werden zu können, hat durch die Hölzer von König-Karls-Land eine unerhofft glänzende Bestätigung erhalten. L. c. wies ich übrigens schon darauf hin, dass sich an Splittern der Hölzer die Tüpfelung sehr schön gezeigt hätte. Man sieht sie an den Schliffen oft noch sehr deutlich, wenn von den eigentlichen Markstrahltüpfeln (auf den Radialwänden der Markstrahlzellen(nicht mehr viel sichtbar ist. Oft hat man sogar den Eindruck, dass die Markstrahlzellwände weniger verrottet sind als die der sonst dauer-

hafteren Holzprosenchymzellen. Es mag dies darin begründet sein, dass die Markstrahlzellen, die im lebenden Zustand Nährstoffbehälter sind, öfters Gerbstoffe, Harzstoffe u. dergl. enthielten, womit ihre Wände imprägniert wurden; die Folge hiervon war eine starke chemische Resistenzfähigkeit selbst im Vergleich mit den (verholzten) Hydrostereïden (»Tracheïden»). Das auffallendste Beispiel dieser Art, das mir bekannt ist, sah ich an einem der naturwissenschaftlichen Sammlung der Stadt Chemnitz gehörigen *Pinuxylon* aus Sardinien, das sich unter einer Suite von Schliffen befand, die ich durch Herrn Prof. STERZELS Güte erhielt; nach der Beschaffenheit des Epithels der Harzgänge handelte es sich zweifellos um eine *Pinus s. str.* (*Pinuxylon*); obwohl man an den Markstrahlen im Radialschliff nur noch sehr wenig Struktur beobachten konnte, war die Erhaltung im Tangentialschliff so gut, dass das dünne, empfindliche Epithel der *Pinus*-Art noch ganz in ursprünglicher Lagerung vorhanden war; das Gleiche zeigte sich beim Betrachten der vertikalen Harzgänge im Querschliff. Die »Tracheïden» des Holzes dagegen waren so verrottet, dass sich die ganze Membran nach dem spiraligen Verlauf der Membranmicellen mazeriert und zerfasert (»sehr starke Spiralstreifung») zeigte. Von den Hoftüpfeln, die im Allgemeinen gleich der Hydrostereïdenwand eine ziemlich starke Resistenzfähigkeit besitzen, war keine Spur wahrzunehmen. Vielleicht lag hier das Resultat der Tätigkeit von Pilzen vor, die weniger die Markstrahlen als die Hydrostereïden affizierten.

Die Erhaltungsweise der verkieselten Hölzer ist sehr gleichartig; es sind meist durch organische Substanz und Eisen braungefärbte, seltener — durch offenbar nachträgliche Anwitterung und Oxydation — weissliche Kieselhölzer; häufig sind die weissen Stücke abgerollt, und in diesem Zustand mögen sie längere Zeit, den Atmosphärilien ausgesetzt, frei dagelegen haben, wobei — fast immer nur in den äussersten Randzonen — der Gehalt an färbender organischer Substanz schwand.

Nach der ganzen Art der Erhaltungsweise der verkieselten Hölzer würde man zunächst geneigt sein, sie für tertiären Alters zu halten, indem ihre ganze Beschaffenheit an verkieselte Hölzer des deutschen Tertiär in vieler Hinsicht erinnert; wir werden jedoch später sehen, dass die Hölzer viel älter (jurassisch) sein müssen, und dass SCHRÖTERS Annahme, dass seine »*Larix Johnseni*» tertiär sei, unrichtig war.

Es kann dieser Irrtum zumal in Anbetracht des sehr geringen Materials, das SCHÖTER vorlag, nicht Wunder nehmen, umsomehr, da Verkieselung für Jurahölzer sicher etwas ganz Ungewöhnliches ist; Jurahölzer sind allermeist in Karbonaten versteinert, meist Kalkkarbonat, dann Eisenkarbonat, hie und da auch in Brauneisen. Es wird hiervon gleich die Rede sein. Diese karbonisierten Hölzer zeigen auch nie eine Art der Schwefelkiesausscheidung wie die hier vorliegenden verkieselten, bei denen der Schwefelkies (Textfig. 12) in ± grossen, allerdings nur mikroskopisch sichtbaren Würfelchen (5—50 μ gross), ausgeschieden ist. Ich vermute, dass die von CONWENTZ (Fossile Hölzer Schwedens 1892 T. VIII, Fig. 7) bemerkten, als »Magnetit-ähnliche Krystalle» angesprochenen Mikrokrystalle ebenfalls solche Schwefelkieskrystalle sind, die allerdings in Brauneisen umgewandelt zu sein scheinen. Dies ist auch bei unseren Hölzern oft der Fall, und die Umrisse der Krystalle sind dann oft nicht so haarscharf und gerade, was wohl mit der Deformation infolge der Volumänderung bei

dem Übergang von Schwefelkies in Brauneisen zusammenhängt. Dass es sich bei den nicht zersetzten Krystallen um Schwefelkies handelt, vermag man unschwer an der speisgelben Farbe und dem Metallglanz der Körperchen zu erkennen, wenn man sie unter seitlich auffallendem Licht betrachtet. Einige Hölzer enthalten auch ganze Schwefelkiesschnüre, die makroskopisch ohne weiteres sichtbar sind.

In geringer Zahl fanden sich auch bei unserm Material neben den verkieselten Hölzern auch karbonatisierte, bei denen der Verdacht, dass es sich um jurassisches Material handelte, von vornherein sehr nahe lag. Kalkkarbonat, das sonst in derartigen Hölzern die Hauptrolle spielt, war allerdings nur in geringer Menge vorhanden; das Eisenkarbonat, Spateisenstein, scheint es im Allgemeinen zu vertreten. Die Beschaffenheit solcher Karbonathölzer unter dem Mikroskop ist ausserordentlich charakteristisch und kann für den, der des öfteren Jurahölzer ansieht, nicht verkannt werden; ich habe dies bereits in »Fossile Hölzer aus dem Bathonien Russ. Polens» (Verhandl. Kaiserl. Russ. Mineral. Gesellsch. II. Ser. Bd. XLIV, Lief. 1 p. 435 ff.) auseinandergesetzt. Charakteristisch ist neben den Karbonaten der ständige Schwefelkies-(resp. Brauneisen-, Spateisen-)gehalt; der Schwefelkies ist aber nicht wie bei den eben besprochenen verkieselten Hölzern in Würfelform (es können vielleicht auch Oktaëder sein), also in scharf begrenzten ± grossen Mikrokrystallen ausgeschieden, sondern durchweg in Mikrooolithen, die, ihrerseits aus ungemein kleinen Würfelchen bestehend, stets innerhalb der Zellräume einzeln oder in grösserer Menge ausgeschieden werden und zunächst meist eine auffällige Grössenkonstanz bewahren; später können sich durch weiteres Wachstum diese Oolithe zu grösseren Komplexen vereinen, wodurch dann schliesslich ganze Zellkomplexe in Schwefelkies versteinert sind; bei auffallendem Licht erkennt man unter dem Mikroskop die Zellumrisse noch deutlich. Es ist gleichgültig, von welchem Punkte der Erde solche Jurahölzer stammen, ob Karbonathölzer aus Spitzbergen, dem deutschen, englischen Posidonienschiefer, Russisch-Polen, Sibirien, immer ist der Gesamteindruck der Struktur derselbe; beschreiben lässt sich so etwas schwer, ebensowenig aber für den Kundigen verkennen.

Die verkieselten Hölzer zeigen zu einem kleinen Teil noch das umhüllende Gestein daran sitzend; es ist ein tuffig-konglomeratisches Material. Hamberg (l. c. p. 525), der die Basalte des König-Karl-Landes untersucht hat, spricht von »Basalttuffen», die sich bei genauerer Untersuchung als »hauptsächlich aus rundlichen, durch Calcit zementierten Quarzkörnchen» bestehend zeigt, weshalb sie Hamberg als Kalksandsteine bezeichnet. »Ausser Quarz enthalten sie häufig Feldspatkörner und nicht selten auch Basaltkörner.» Es ist möglich, dass das Gesteinsmedium, in dem die Hölzer versteinerten, ebenfalls ein solches oder ähnliches Gestein war. Allerdings wäre dann schwer verständlich, warum grade die schwerer löslichen Bestandteile (Kieselsäure, Eisenverbindungen) das versteinernde Material abgaben, nicht aber der leichter lösliche Calcit. Für das Aussehen unter dem Mikroskop macht allerdings Eisenkarbonat und Kalkkarbonat mit Eisengehalt ungefähr das Gleiche aus, und ich war daher verwundert, bei einer Probe mit Ammoniumoxalat nur Spuren von Kalk in den Hölzern zu finden.

Einzelne Stücke zeigen sich von einer hyalinen Quarz-(Chalzedon-)Masse und gelegentlich von kleinen Quarzkrystallen bedeckt; die Härte ist die des Quarzes. Beim Erhitzen im Reagensglase erhält man in vielen Fällen Wasser, das aber wohl grösstenteils auf den oft starken Brauneisengehalt zurückzuführen ist; bei Verwendung nicht gefärbter Stückchen erhält man kein Wasser.

Unter gekreuzten Nikols bemerkt man, dass das gesamte Versteinerungsmaterial doppelbrechend ist und aus zahllosen, anscheinend regellos angeordneten Kristallaggregaten besteht. Anscheinend zeigt sich öfters ein von einem Punkte ausgehendes 4-seitiges Kreuz, wie es bei oolitisch (od. variolitisch) ausgeschiedenen Mineralien der Fall ist. Alles dies weist darauf hin, dass das Versteinerungsmaterial der Hölzer wasserfreie Kieselsäure, nicht etwa Opal ist.

Eine kleine Anzahl (ca. 15) Hölzer ist nicht versteinert, sondern gagatitisch-kohlig erhalten. Es sind diejenigen, von denen NATHORST (l. c. p. 361) sagt: »diejenigen, die man in Sedimentärgestein trifft, sind meist braunkohlenartig» (man sollte diesen Ausdruck bei gagatitisch-pechkohligen Materialien vermeiden). Prof. NATHORST schrieb mir, dass es von Interesse wäre, herauszubekommen, dass diese Hölzer denselben Arten angehörten wie die echt versteinerten. Es schien mir von vornherein ziemlich wenig versprechend, diese kohlig (gagatitisch) erhaltenen Hölzer zu untersuchen, und ich wurde erst durch NATHORSTS Bemerkung dazu bewogen, dies zu tun. Auf die bekannte Art und Weise durch Mazeration mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali gelang es auch, mikroskopisch untersuchbare Partikel zu gewinnen. Leider erwiesen sich die einzelnen Holzzellen vollständig versunken und deformiert; man erkannte zwar sehr gut noch den Längsverlauf der Zellen und die quer dazu verlaufenden Markstrahlen, doch war es nicht möglich, von weiterer Zellstruktur (Hoftüpfeln, Markstrahltüpfeln) etwas zu erblicken, auch nicht, nachdem einzelne Zellelemente durch Andrücken des Deckglases oder dergl. isoliert worden waren und so einzelne Zellen für sich allein beobachtet werden konnten. Ich hätte noch am ehesten gehofft, von den so häufigen *Xenoxyla* (p. 10 ff.) unter den gagatitischen Hölzern etwas herauskennen zu können, da diese durch ihre grossen Hoftüpfel und Markstrahltüpfel am leichtesten auch in schlechten Resten zu erkennen sind. Aber auch hierin täuschte ich mich; so ist es leider nicht möglich, die Frage Prof. NATHORSTS zu beantworten; es kann soviel gesagt werden, dass es sich in den kohligen Hölzern ebenfalls um Coniferen-(Gymnospermen-)hölzer handelt, da sie aus lauter gleichförmigen Zellen zusammengesetzt sind, was man an dem mazerierten Material erkennen konnte.

Einen recht interessanten Erhaltungszustand bietet ein Stück (Nr. 93), was man freilich dem Äussern nach nicht vermuten würde. Es könnte als »versteinerte Holzkohle» bezeichnet werden, wenn dieser einen kleinen Widerspruch in sich bergende Ausdruck der Kürze wegen gestattet ist. Bricht von dem äusserlich grauen bis bräunlichen Stück etwas ab, so zeigt sich, dass das Holz innen völlig schwarz ist, und dass es rings von einer helleren Verwitterungskruste umgeben ist, in der die organische Substanz z. T. durch Atmosphärilien fortoxydiert ist. Die grosse chemische Resistenzfähigkeit der Holzkohle hat verhütet, dass auch in den Randpartien

keine vollständige Oxydation der organischen Substanz wie bei vielen andern unserer Hölzer eingetreten ist.

Glüht man Partikel aus dem inneren schwarzen Teil stark, so werden sie weiss mit rötlichem Anflug, der offenbar von Eisengehalt herrührt. Betrachtet man Splitter solchen geglühten Materials unter dem Mikroskop, so sieht man höchstens noch Hydrostereïden- und Markstrahlverlauf deutlich, weitere Strukturverhältnisse sind kaum wahrnehmbar. Sieht man aber die Schliffe des ungeglühten Materials an, so zeigt sich eine sehr eigentümliche und charakteristische Struktur. Zellwände und Zellen erscheinen vielfach zerrissen und zerspellt, braun bis schwarz mit ausserordentlich scharf abgesetzten Konturen; man hat genau den Eindruck des mikroskopischen Bildes einer gut erhaltenen fossilen oder rezenten Holzkohle, ein Bild, das man sich jeden Augenblick durch mikroskopisches Betrachten eines verbrannten Streichholzes verschaffen kann. Wer oft solche Holzkohlenstruktur unter dem Mikroskop gesehen hat, erkennt sofort, dass es sich auch hier um derartiges handelt.

Fig. 1. Stück des Querschliffs eines holzkohlig erhaltenen *und* verkieselten Holzes (*Xenoxylon phyllocladoïdes*, Nr. 93). Näheres im Text. 150 ×. Gez. Goth.

Besonders instruktiv ist der Querschliff (Textfig. 1). Hier erkennt man unschwer, dass die Zellwände als kohlschwarze Substanz erhalten sind, deren Zwischenräume durch farblose Kieselsäure ausgefüllt sind. Da, wo — wie so häufig im Frühholz — die Zellstruktur deformiert ist, bemerkt man, dass nicht, wie sonst, die Zellen infolge des Zusammensinkens oder -drückens geschlängelte Konturen bekommen haben, sondern die Zellen sind in einzelne krass auseinandergerissene, ihrerseits nicht weiter deformierte Teile zersprungen, ein Verhalten, das auf Sprödigkeit des zertrümmerten Materials schliessen lässt, die den Hölzern, die ohne vorher in Holzkohle verwandelt zu sein, für gewöhnlich fehlt wegen der starken Imbibierung mit Wasser, die für den Versteinerungsprozess nötig ist; diese Sprödigkeit im Verein mit dem sonstigen Verhalten der organischen Substanz weist wieder mit Bestimmtheit auf Erhaltung als Holzkohle hin.

Die erhaltenen Strukturverhältnisse werden allein von der Holzkohle getragen, da, wie oben erwähnt, mit dem Verschwinden dieser auch die Struktur der Zellen verschwindet. Man erkennt an sehr vielen Stellen grosse Hoftüpfel und grosse Markstrahltüpfel (Eiporen), so dass das Holz sogar mit Sicherheit in diesem Falle bestimmt werden konnte; es gehört zweifellos zu den in grosser Menge unter unsern Hölzern vorhandenen *Xenoxyla*.

Der holzkohlige Zustand muss schon vor der Versteinerung fertig vorhanden gewesen und das Holz in diesem Zustande eingebettet worden sein. Holzkohle ist ein chemisch ausserordentlich resistenzfähiger Körper, und so wurden die in Holzkohle umgewandelten Zellmembranen nicht weiter affiziert, als später sich die Lücken zwischen den Zellenwänden mit Versteinerungsmasse — die übrigens hier fast stets farblos ist — ausfüllten. Man kann daher dieses Holz — wenn man ganz streng sein will — nicht als echt versteinert bezeichnen, da unter echter Versteinerung eine

Erhaltung verstanden wird, bei der die Zellmembransubstanz selbst ganz oder teilweise durch Versteinerungssubstanz ersetzt ist. Dies ist hier aber nicht der Fall, indem die Holzkohle wegen ihrer grossen chemischen Widerstandsfähigkeit unverändert geblieben ist, und nur die Zwischenräume mit der sekundär nach der Einbettung in das Gesteinsmedium hinzugekommenen Versteinerungsmasse ausgefüllt worden sind, die dem Holz den Habitus, die Schwere und Festigkeit eines echt verkieselten Holzes verliehen hat. Verascht man durch Glühen die Holzkohlensubstanz, so bleibt allein die Versteinerungsmasse zurück mit nur ganz groben Strukturverhältnissen, wie bereits oben erwähnt.

Ein anderes Holz (Nr. 79) zeigt einen Erhaltungszustand, den man auf »zu späte Versteinerung» zurückführen kann. Die organische Substanz dieses Holzes ist in schwärzlichen bis dunkelbraunen meist strukturlosen (nur einige Spätzellen zeigen sich im Querschnitt erhalten, während auf dem Radialschnitt der Längsverlauf der Zellen noch ± gut zu sehen ist) Klumpen vereinigt, also ± vollständig »inkohlt», die Zwischenräume zwischen der organischen Substanz sind mit Versteinerungsmasse (Kiesel) gefüllt. Bei dieser Erhaltungsweise ist zu vermuten, dass das Holz bei Beginn der vor weiterer Deformation schützenden Versteinerung schon sehr stark zersetzt (»inkohlt») war, so dass ein guter Erhaltungszustand nicht mehr zu erzielen war. Die Versteinerung ist also gewissermassen »zu spät» eingetreten; bei früherem Eintritt (vor der starken Inkohlung) hätte eine bessere Erhaltungsweise resultiert.

Am Schlusse der Einleitung sei noch einiges bezüglich der Abbildungen bemerkt. In letzter Zeit wird zur Wiedergabe anatomischer Verhältnisse und Details von fossilen Hölzern u. a. vielfach die Mikrophotographie benutzt; namentlich die Amerikaner bringen jetzt fast nur solche. Es ist das ganz und gar nicht zu billigen, wenigstens nicht für unsere Zwecke. Die Mikrophotographien zeigen in der Regel die Details, die man braucht, nicht, und ich habe diesen Übelstand sehr häufig als höchst unangenehm empfunden. Die mikroskopische Zeichnung lässt sich für unsere Zwecke in keiner Weise durch die Photographie ersetzen. Der gewissenhafte Autor darf die grosse Mühe nicht scheuen, die die Herstellung von Zeichnungen erfordert. Anders ist es mit Übersichtsbildern, wo es auf empfindliche Details nicht ankommt. Hier ist die Photographie am Platze, und es wäre eine ganz unnütze Zeitvergeudung, in schwacher Vergrösserung wiederzugebende Querschnitte zu zeichnen (wie Taf. 1), an denen etwa nur die Jahresringe oder Harzgänge gezeigt werden sollen. Nach diesen Erwägungen habe ich die Abbildungen zu den vorliegenden Untersuchungen gefertigt. Nach denselben Principien hat O. Lignier (Végétaux fossiles de Normandie. *IV.* Bois divers, 1re série, 1907) in seiner Publikation die Abbildungen hergestellt.

Die Originalstücke und Dünnschliffe sämtlicher hier beschriebenen Hölzer sind in der paläobotanischen Abteilung des Naturhistorischen Reichsmuseums in Stockholm aufbewahrt.

Beschreibung der Hölzer.[1]

Phyllocladoxylon sp.

Nr. 212; 209?

Gymnospermenholz ohne Harzgänge, Abietineentüpfelung und Harzparenchym. Hoftüpfel viel kleiner als bei *Xenoxylon* (ca. 16 μ hoch), Abplattung und Alternanz häufig, aber nicht die Regel, 1—2-reihig. Markstrahlen niedrig, nicht von auffallender Schmalheit wie bei *Xenoxylon*, Markstrahltüpfel gross-eiporig zu 1 oder 2 pro Kreuzungsfeld. Jahresringe sehr deutlich.

Dieses Holz zeigt den typischen Erhaltungszustand der Jurahölzer (p. 5). Obwohl seine Erhaltung sehr zu wünschen übrig lässt, wie meist bei diesen Hölzern, lässt sich doch eine Reihe Details gewinnen, die einer Bestimmung näher treten lassen. Schwefelkies ist partieenweise in erheblicher Menge in dem Holz ausgeschieden, das zum grössten Teil aus bräunlichem Material (Spatheisenstein oder Brauneisen) besteht; auch die in diesen Jurahölzern so gewöhnliche mikrooolithische Ausscheidung des Schwefelkieses ist gut zu beobachten.

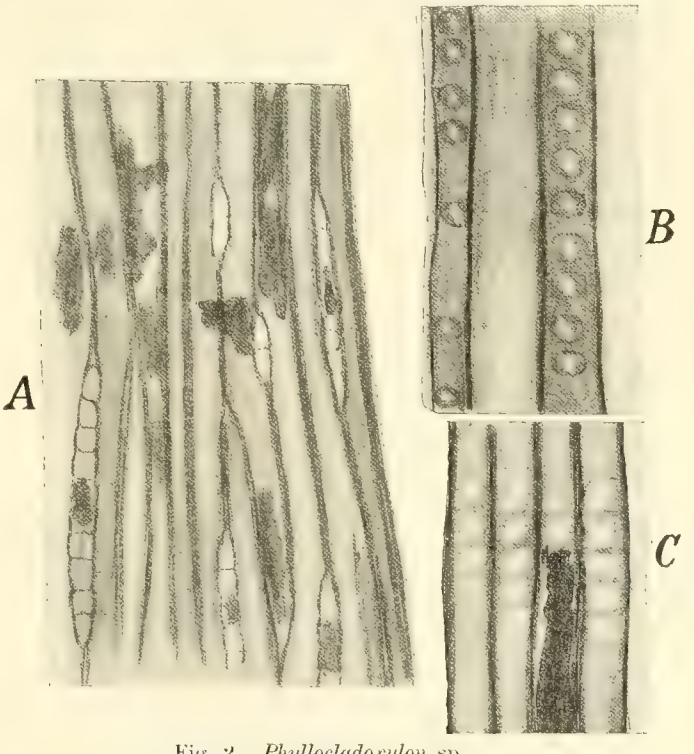


Fig. 2. *Phyllocladoxylon* sp.
A. Tangentialschliff. $\frac{150}{1}$.
B. Radialschliff mit Hoftüpfeln. $\frac{220}{1}$.
C. Radialschliff mit Markstrahltüpfeln. $\frac{220}{1}$. gez. Goth.

Die Markstrahltüpfel waren Eiporen, wie sich aus dem Radial-(und Quer-)schnitt ersehen lässt (Textfig. 2 C). Sie stehen zu einer bis zwei auf dem Kreuzungsfeld; das Holz gehört darnach unter Berücksichtigung der übrigen in der Diagnose angegebenen Merkmale in die Gruppe *Phyllocladoxylon*. Zu *Xenoxylon* kann man es wegen der kleinen Hoftüpfel, der kleineren Eiporen und der weniger schmalen Markstrahlen nicht stellen (Textfig. 2 A—C). Es ist nicht ausgeschlossen, das Holz auch mit dem von *Sciadopitys* zu vergleichen, die einen Vorfahren in *Cyclopitys* hatte, von der allerdings keine Reste in der mesozoïschen Flora Spitzbergens gefunden wurden (Nathorst, Meso-

[1] Um für spätere Untersucher ein leichtes Auffinden der betreffenden Stücke und ihrer Bestimmungen zu ermöglichen, habe ich hinter dem Namen einer jeden Art die Nummer der Schliffe und Stücke beigefügt.

zoïsche Flora Spitzbergens 1897 p. 19). Es scheint mir, als ob bis auf weiteres solche Vermutungen über die Zusammengehörigkeit von Holz- und Laub- oder Zapfenresten sehr problematisch sind. NATHORST (l. c. p. 42) meint, dass *Xenoxylon latiporosum* CRAMER sp. vielleicht zu *Elatides* gehören könnte; es ist das darum nicht wahrscheinlich, weil *Elatides* eine grosse Rolle in der spitzbergischen Juraflora gespielt hat, von *Xenoxylon latiporosum* aber in Spitzbergen nur ein Stück bekannt und dieses vielleicht überhaupt fast das einzige bekannte ist; nur das *Araucarioxylon Koreanum* FELIX kann nach SCHENK noch dahin gehören, während alle andern Angaben ausscheiden. Eher könnte *Xenoxylon phyllocladoïdes* in Frage kommen, das in König-Karls-Land sehr häufig war (p. 10 ff.) und überhaupt, wie es scheint, eine erhebliche Verbreitung im Jura der Erde gehabt hat.

Wie schon oben bemerkt, zeigt das vorliegende Holz die typische Erhaltung der Jurahölzer. Es liess sich hier auch deutlich Kalkgehalt nachweisen durch eine rohe Probe mit Ammoniumoxalat.

Die Jahresringe sind recht scharf ausgeprägt, aber nicht so, wie bei den verkieselten Hölzern (p. 39). Bezüglich des Fehlens des Holzparenchyms sei bemerkt, dass dieses bei den rezenten grosseiporigen Taxaceen ebenfalls fehlt, während es bei anderen Podocorpeen ± häufig zu beobachten ist. Bezüglich der Eiporen sei noch hinzugefügt, dass man die durch diese gegebenen Strukturverhältnisse auch wie bei *Xenoxylon* auf dem Querschnitt bemerkt, jedoch hier dieselbe Vorsicht beim Suchen darnach geboten ist, wie bei *Xenoxylon*, wo ich p. 12 seq. das Nötige hierüber gesagt habe. Im übrigen bietet die Betrachtung des Querschliffs auf diese Verhältnisse eine gar nicht zu unterschätzende Gegenkontrolle für das im Radialschnitt Gesehene, da etwaige Täuschungen auf dem einen Schliff leicht durch den anderen aufgedeckt werden. Es empfiehlt sich also, bei wenig gut erhaltenen Hölzern wie hier ganz besonders, bei der Wichtigkeit der Markstrahltüpfel eine scharfe Kontrolle auszuüben.

Xenoxylon phyllocladoides GOTH.

(Schliffe und Stücke Nr. 3, 4; cf. 84 u. 86; ? 92; 93; 100, 101, 105, 106, 117, 120, 121, A; 106 ist nicht verkieselt, sondern karbonatisiert.)

Syn.: ?? *Pinites pauciporosus* CRAMER in HEER, Flora fossil. arctica I. 1868, p. 176, T. 41, Fig. 1—5.

Araucarioxylon latiporosum (CRAMER) KRAUS bei CONWENTZ, Fossile Hölzer aus der Sammlung der Königl. Preuss. Geolog. Landesanstalt 1882 p. 170.

Xenoxylon phyllocladoïdes GOTHAN, Foss. Hölzer aus dem Bathonien Russ.-Polens, Verhandl. Kais. russ. Mineral. Gesellsch. 1906 p. 454.

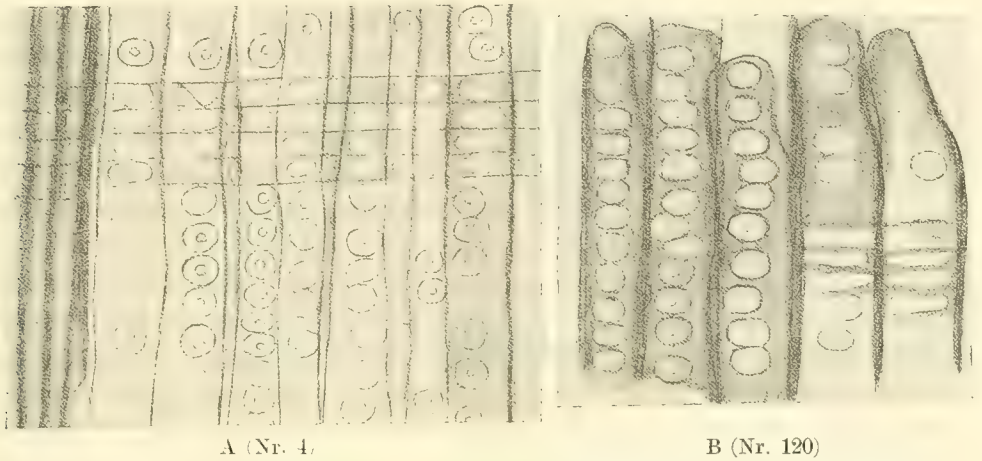
? *Cupressinoxylon Barberi* SEWARD, Jurassic Flora, part II, 1904, p. 61, t. VII, fig. 1, 4, 6.

Gymnospermenholz ohne Abietineentüpfelung[1] und ohne Holzparenchym. Hoftüpfel (bei gut ausgebildetem Frühholz) auffallend gross, öfter gedrängt, häufig in

[1] Bezüglich aller in dieser Abhandlung gebrauchten Termini verweise ich auf meine Abhandlung: Zur Anatomie lebend. und fossiler Gymnospermenhölzer. Abhdl. der Kgl. Preuss. Geol. Landesanst. N. F. Heft 44,

horizontaler (Quer-)Richtung gestreckt, dann oft unten und oben abgeplattet. Markstrahlen meist unter 10-stöckig, auffällig schmal, Markstrahlzellen beträchtlich höher als breit. Markstrahltüpfel grosse Eiporen, die zu 1—2 fast das ganze Kreuzungsfeld einnehmen.

Dieser interessante Holztypus erweist sich mehr und mehr als Leitfossil für Juraschichten. *Xenoxyla* sind bisher bekannt geworden aus dem Jura Russ.-Polens, des Gallberges bei Salzgitter (Braunschweig), dem Jura Spitzbergens; das von SEWARD (Jurassic flora II 1904, p. 60 ff., T. VII, Fig. 1, 4 u. 6) als *Cupressinoxylon Barberi* beschriebene Holz scheint auch ein *Xenoxylon* zu sein, wiewohl sich das ohne Einsehen der Originalschliffe nicht mit völliger Sicherheit ausmachen lässt. Dieser Ver-



A (Nr. 4) B (Nr. 120)

Fig. 3. *Xenoxylon phyllocladoïdes* GOTH. Radialschliffe mit Hoftüpfeln und den grossen Markstrahltüpfeln (»Eiporen»). $\frac{150}{1}$. Gez. GOTH.

dacht kam mir zunächst durch die grossen quergestreckten Hoftüpfel und die offenbar sehr schmalen Markstrahlen. Wiewohl SEWARD keinen Tangentialschliff abbildet, auf dem die letztere Eigenschaft am besten hervortreten würde, lässt indes auch der Querschliff (l. c. Fig. 6) die Schmalheit der Markstrahlen gut erkennen. Betreffs der Markstrahltüpfel auf die es hier im letzten Grunde am meisten ankommt, hat sich SEWARD leider nicht geäussert. Ich vermutete schon längst, dass die auffallend hellen Markstrahlfelder in seiner Fig. 1 die grossen *Xenoxylon*-Eiporen seien, die ja fast das ganze Feld einnehmen, man könnte jedoch auch annehmen, die eigentlichen vielleicht recht kleinen Markstrahltüpfel seien infolge schlechter Erhaltung geschwunden. Um einen weiteren Anhalt zu gewinnen, liess ich durch Herrn cand. geol. BEHREND von einem der *Xenoxylon*-Schliffe eine Mikrophotographie (nach einer sol-

Berlin 1905. Der obige, sehr viel gebrauchte Ausdruck sei hier kurz erklärt. Die Abietineentüpfelung, die eine Erkennung der Abietineenhölzer (bis auf die *Pinus*-Arten mit grösseren Eiporen) allein mit Sicherheit gestattet, besteht in der eigentümlichen Verdickung der Markstrahlzellenwände, sowohl der horizontalen, wie der vertikalen, die sich in der Seitenansicht (Radialschnitt) als »höckerige» Verdickung (vergl. Fig. 11 p. 23), in der Aufsicht (z. B. Tangentialschnitt, Querschnitt) als rundliche Poren-(Tüpfel-)bildung zeigt (Fig. 15 p. 29); sie ist das einzig stichhaltige Trennungsmerkmal von *Cedroxylon* und *Cupressinoxylon*, deren Auseinanderhaltung auf Grund des Holzparenchyms (GÖPPERT und KRAUS) nicht durchführbar ist.

chen ist auch SEWARDS Figur hergestellt) anfertigen, die inbezug auf die Markstrahlfelder die Charaktere der SEWARD'schen Figur zeigt; man würde auch hier, da die Konturen nicht hinreichend scharf sind, über die wahre Natur der Markstrahltüpfel schwanken können wie bei SEWARDS Bild. Es ist mir nunmehr — zumal auch die sonstigen Charaktere stimmen — einigermassen sicher, dass *Cupressinoxylon Barberi* SEW. ein *Xenoxylon* ist. Es gehört dann zu unserer Art, da *Xen. latiporosum* CRAMER sp. eine ganz andere, wohl einzigartige Hoftüpfelverteilung hat.

Die Charactere, die ich für diesen Holztypus (Anat. leb. u. foss. Gymnospermenhölzer 1905 p. 38 und: Fossile Hölzer aus dem Bathonien Russ.-Polens 1906 p. 454) festgelegt hatte, finden sich an unsern Resten ausgezeichnet wieder. Zunächst die grossen Markstrahltüpfel, die »Eiporen», die sich bei unseren Hölzern teilweise ausserordentlich schön erhalten zeigen (Textfig. 3) und das Auffallendste an diesen Hölzern sind. Einige später zu besprechende Strukturverhältnisse hängen mit diesen grossen Markstrahltüpfeln zusammen. Die Hoftüpfel sind auffallend gross wie bei allen *Xenoxyla*; im gut ausgebildeten Frühholz sind Grössen wie 22×30 μ gewöhnlich, doch kommen auch solche mit 24×36 μ vor. Im Spätholz sind sie naturgemäss kleiner, und ebenso im Frühholz, wenn dieses weniger grosszellig ausgebildet ist. Wie man an den angegebenen Zahlen sieht, sind Höhe und Breite verschieden, und in der Tat sind die Hoftüpfel gewöhnlich quergestreckt; stehen sie etwas dicht übereinander, so dass sie sich gegenseitig oben und unten ± berühren, so kommt ein Bild zustande, das an die von CRAMER (in HEER, Flora foss. arctica I 1868 p. 176 T. 40) als *Pinites latiporosus* beschriebene, merkwürdige *Xenoxylon*-Art erinnert (Textfig. 3 B). In der Tat lässt sich nicht verkennen, dass, wie ich schon früher (Fossile Hölzer Russ.-Polens 1906 p. 457) betonte, grosse, meist querbreite Hoftüpfel im Frühholz als ein weiteres Charakteristikum der *Xenoxyla* anzusehen sind. Runde Hoftüpfel treten an unserem Holz mehr in der Mitte des Jahresringes oder besser gesagt dann auf, wenn die Holzzellen für die Ausbildung von stark quergestreckten Hoftüpfeln nicht Raum genug bieten. Während an vielen Stellen die Hoftüpfel gedrängt übereinander stehen, sieht man sie an anderen wieder auffällig locker, namentlich da, wo sie runde Form haben. Die Grösse der Hoftüpfel bringt es mit sich, dass ein Querschnitt davon im Tangentialschnitt fast dem der Markstrahlzellen gleichkommt, zumal diese im Vergleich zu den oft recht grosslumigen Holzzellen sehr schmal sind. Diese Schmalheit ist allerdings sehr gewöhnlich durch Erhaltungszustände verdeckt, die mit der Grösse der Markstrahltüpfel in Zusammenhang stehen. Vergegenwärtigen wir uns, wie diese Eiporen im Querschnitte

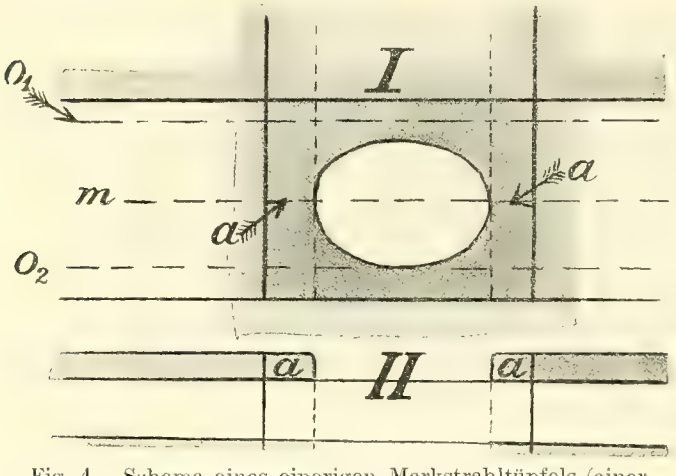


Fig. 4. Schema eines eiporigen Markstrahltüpfels (einer »Eipore»). Erklärung im Text. Gez. GOTH.

(dem Tangentialschnitt des Holzes) oder in Längsschnitten der Markstrahlzellen (dem Querschliff des Holzes) aussehen. Betrachten wir zunächst das Letztere. An der Stelle, wo die Hydrostereïden des Holzes an eine Markstrahlzelle anstossen, fehlt die Hydrostereïdenwand ganz, wodurch das Aussehen der hellen Eiporen im Radialschliff des Holzes zustande kommt. Allerdings muss man beim Suchen nach diesen Strukturverhältnissen am Querschliff auf verschiedene Punkte Rücksicht nehmen, die an der Hand von Textfig. 4 besprochen seien, die eine Eipore schematisch im Radialschliff (I) und Querschliff (II) darstellt. Hat der Querschliff die Eipore nach der Trace m in Fig. 4 I durchschnitten, so bemerkt man deutlich die beiden Absätze der Hydrostereïdenwand Fig. 4 II, a u. a); hat man nun eine schwächere Vergrösserung, so glaubt man oft fortwährend zu sehen, dass die Markstrahlzellwand ganz von einer Hydrostereïdenwand bedeckt ist, was natürlich, wenn die Markstrahltüpfel wirklich Eiporen sind, nicht der Fall sein darf. Eine stärkere Vergrösserung zeigt dann bald, dass eine Täuschung vorliegt; stellt man mit einer solchen vorsichtig ein, so erscheinen zunächst die beiden Absätze a und a, bei tieferer Einstellung werden sie undeutlicher, und man erblickt nun den unteren Rand der Eipore scharf (o_2 in Figur 4 I). Bei schwächerer Vergrösserung tritt der geringe Niveauunterschied wenig oder gar nicht hervor, und man glaubt daher, die ganze Markstrahlzellwand von der Hydrostereïdenwand bedeckt zu sehen. Diese Täuschung ist um so leichter möglich, da die Hydrostereïdenwände meist sehr stark dunkelgefärbt sind und daher schon bei etwas tieferer Lage bereits mit ziemlicher Deutlichkeit sichtbar sind, und ferner, weil man gewohnt ist, beim Mikroskopieren fortwährend an der Mikrometerschraube zu drehen, wodurch alles, was man scharf sehen will, jeweils scharf erscheint, und so geringe Niveaudifferenzen bei der dunkeln Färbung der Hydrostereïdenwände noch leichter übersehen werden.

Eben hatten wir angenommen, dass der Schliff die Eipore nach der Trace m getroffen habe; es ist aber ebenso gut möglich und auch fast ebenso häufig der Fall, dass der Schliff eine höhere oder tiefere Zone trifft, etwa nach Linie o_1 u. o_2 in Textfig. 4 I. Dann wird man im Querschliff den Eindruck haben, dass die Hydrostereïdenwand die Markstrahlzellwand ganz bedeckt, und man wird sich vielleicht wundern, die nach dem Radialschliff zu erwartende Struktur im Querschliff nicht zu finden; hat man sich etwa durch die oben geschilderten Verhältnisse bei dem Schnitt nach der Linie m (Textfig. 4 I) täuschen lassen, so wird das Verhältnis noch unklarer.

Im Tangentialschliff sieht man Ähnliches, doch wird die Beobachtung hier durch fast regelmässig vorhandene Strukturveränderungen der Markstrahlzellen sehr erschwert, von denen nunmehr die Rede sein soll.

Bei den Zerzetzungsprozessen des Holzes — sei es im Leben oder nach dem Tode, sei es während des Versteinerungsprozesses — greifen sehr gewöhnlich Mazerationsprozesse Platz, die den Zellverband lockern, wie man das an fast jedem fossilen Holz sehen kann. Bei unseren Markstrahlzellen ist eine solche Lockerung ganz besonders leicht, da sie in ihrer Lage im Zellverbande fast nur an denjenigen Stellen festgehalten werden, wo die Hydrostereïden an sie anstossen, d. h. an einem ±

schmalen Rande rings um das Kreuzungsfeld herum, wenn man von den Stellen absieht, wo sich die dünnen Markstrahlzellen unten und oben berühren. Lösen sich die Markstrahlzellwände also von den Hydrostereïden los, so haben ihre Radialwände ihren Halt verloren, und es ist daher dann sehr leicht möglich, dass die zarten Markstrahlzellenwände zusammensinken und zusammenschrumpfen. Dieses findet nun in der Tat auch sehr gewöhnlich statt. Textfig. 5 zeigt die Markstrahlzellen quer durchschnitten (es liegt ein Tangentialschnitt des Holzes vor), und man erkennt, dass sich oft innerhalb der Markstrahlzelle eine Figur ungefähr von der Form eines X gebildet hat. Es ist diese Membran weiter nichts als die eigentliche Markstrahlzellwand. Sie verhält sich ähnlich wie die Hoftüpfelschliesshaut oft schon im lebenden Holze, die nach der einen oder anderen Seite herübersinkt, so dass der Torus dann an der inneren Seite des Hoftüpfelporus anliegt, ein Umstand, der mit dazu beigetragen hat, dass der Hoftüpfelbau lange nicht richtig erkannt worden ist. In unserem Falle ist die zarte Markstrahlzellwand beiderseits nach innen gesunken, dadurch die obige Struktur hervorrufend. Öfters sinken aber auch beide radialen Wände nach aussen, hierdurch der Markstrahlzelle ein »aufgeblasenes» Äussere im Tangentialschnitt des Holzes gebend, sodass diese scheinbar breiter ist als sie in Wirklichkeit war. In anderen Fällen sinkt die eine Markstrahlwand nach aussen, die andere nach innen, oder sie schrumpfen zu einer im Querschnitt mehr oder minder »formlosen» Gestalt zusammen. Diese Strukturänderungen, die in allen möglichen Stadien zu beobachten sind, treten so häufig auf, dass man nach einem nicht deformierten Markstrahl öfters längere Zeit suchen muss; in Textfigur 6 B ist ein solcher Markstrahl dargestellt, der die auffällige Schmalheit und das Überwiegen der vertikalen Erstreckung der Zellen zeigt.

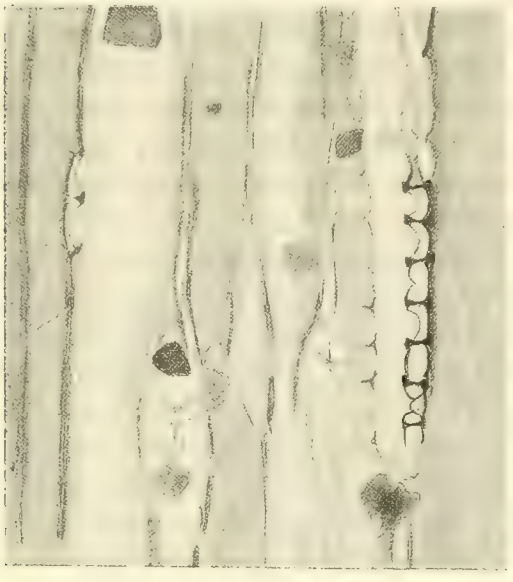
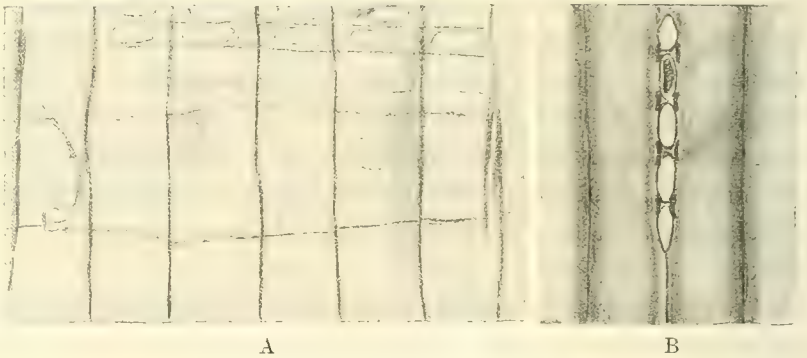


Fig. 5. *Xenoxylon phyllocladoïdes.* Tangentialschliff, deformierte Markstrahlstruktur, links von dem Markstrahl rechts eine Hoftüpfelreihe. Die dunkeln Körper sind vielleicht Spateisenkrystalle. $\frac{2}{1}\frac{3}{0}$. Nr. 3. Gez. Goth.



A B

Fig. 6. *Xenoxylon phyllocladoïdes.*
A. Radialschliff mit Pilzhyphen, horizontal verlaufend. $\frac{15}{1}{}^{0}$. Nr. 120.
B. Nicht deformierter Markstrahl im Tangentialschliff. $\frac{2}{1}\frac{3}{0}$. Nr. 4. Gez. Goth.

Betrachtet man auf diese Verhältnisse hin den Querschliff des Holzes, so be-

merkt man hier ebenso deutlich, dass die Membranen der Markstrahlzellen sich auf kürzere oder längere Strecken von den Hydrostereïden losgelöst haben, wodurch auch die Hydrostereïden an den beiden Seiten des Markstrahls weiter auseinander treten, als sie in Wahrheit waren und auch so den Markstrahlen ein breiteres Aussehen geben. Hat der Querschliff das Holz etwa nach der Trace o_1 der Figur 4 I getroffen, so bemerkt man bei schwächerer Vergrösserung oft 3 ± parallele Linien in der radialen Richtung verlaufend. Bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich, dass bei scharfer Einstellung auf die eine davon die anderen unscharf sind, also verschiedenen Niveaus angehören. Hat man auf die oberste scharf eingestellt und stellt nun auf die nächst untere ein, so bemerkt man, dass diese in Wirklichkeit eine in den Markstrahlzellenraum oder in den benachbarten Hydrostereïdenraum hineingewölbte Zellwand ist, was auf das oben erläuterte Zusammen- oder Auseinandersinken der radialen Markstrahlzellwände zurückzuführen ist; bei noch tieferer Einstellung erscheint die 3. »Wand» scharf. Alle 3 »Wände» gehören derselben Markstrahlzellwand an und sind durch die Strukturveränderungen der Markstrahlzellwände in verschiedene Vertikalebenen geraten, hierdurch scheinbar 3 nebeneinander liegende »Wände» darstellend; alle diese Erscheinungen würden am lebenden oder toten rezenten Holz viel weniger auffallen; bei dem fossilen ist dies wegen der dunkeln Färbung der Zellwände in hohem Grade der Fall.

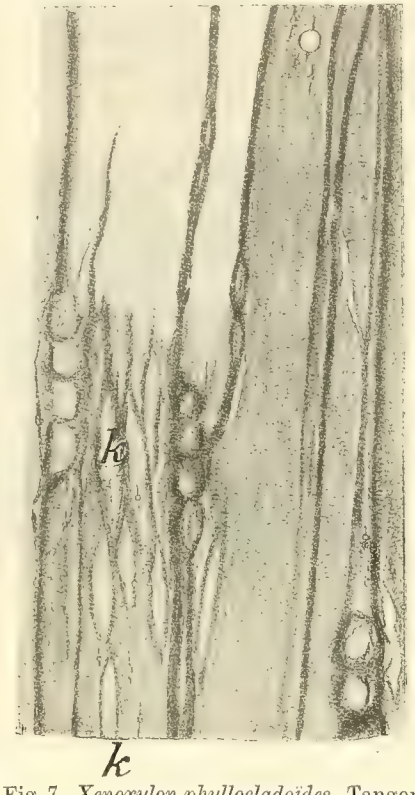


Fig. 7. *Xenoxylon phyllocladoïdes.* Tangentialschliff. Die Zellwände zeigen feine Hyphenbohrlöcher, von denen eins (oben) stark erweitert ist. Links unten vertikal aufwärts gehende Hyphenbohrlöcher (»Kanäle») in der Membran (k). $\frac{220}{1}$. Nr. 120. Gez. Goth.

An einigen der *Xenoxyla* zeigt sich deutlich die zerstörende Tätigkeit von Pilzen, doch sieht man deren Hyphen und Sporen nur an wenigen Schliffen. Am schönsten ist dies am Schliff u. Stück 120 der Fall; die Zersetzungsweise, die hier auftritt, ist so eigentümlich, dass ich eine nähere Beschreibung nicht umgehen kann. Die Hyphen und Sporen sind dort sehr zahlreich und die ersteren infolge der bräunlichen Färbung nicht zu übersehen. Die Dicke der Hyphen ist sehr verschieden, von etwa 5 μ herab bis zu kaum messbarer Feinheit. Bei näherer Untersuchung erkennt man bald, dass namentlich dickere Hyphen mit Vorliebe in schnurgerader Richtung (radial) verlaufen (Textfig. 6 A), durch eine Anzahl Zellen hindurch, die sie an der tangentialen Seite durchbohren, hier ein feines Loch zurücklassend, das aber durch Weiterfrass oft bis zu Hoftüpfelgrösse erweitert wird (Textfig. 7). Von diesen grösseren Hyphen gehen feinere und immer feinere ab, die einen weniger regelmässigen Verlauf haben, aber ebenfalls häufig horizontal die Zellreihen durchqueren; oft gehen sie auch, wie auch

gelegentlich dickere Hyphen, in den Zellräumen aufwärts oder verknäueln sich unregelmässig. Die Hoftüpfel scheinen öfters ebenfalls als Passage für die Hyphen zu dienen, wobei die Schliesshaut durchbohrt und zerstört wird; hier und da aber wird der ganze Hoftüpfel bis zur äusseren Umrandung rund ausgefressen, wobei kreisrunde grosse Löcher in der Membran stehen bleiben; kleinere Durchbohrungsstellen wie auf dem Tangentialschnitt (Textfigur 7) findet man sonst auf den Radialwänden selten. Dagegen sieht man hier sehr häufig eine eigentümliche, im Umriss mehr oder minder runde Ausfressung und Zerspellung in der Membran, die ich ebenfalls auf das Konto der Pilzzerstörung setzen möchte (Textfigur 9 C). Wie die Abbildung zeigt, ist das Holz in der Nähe dieser Bildungen ziemlich stark zersetzt; bei ganz oberflächlichem Hinsehen und bei schwacher Vergrösserung, wo man die feinen Zerspellungslinien kaum oder nur wenig bemerkt, machen die Gebilde den Eindruck von schlecht erhaltenen Hoftüpfeln, zumal da auch ihre Grösse stellenweise nicht sehr verschieden ist. Sie haben jedoch mit solchen gar nichts zu tun und entstehen vollständig unabhängig von solchen.

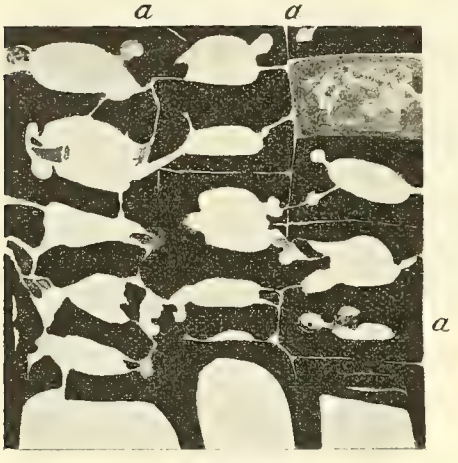
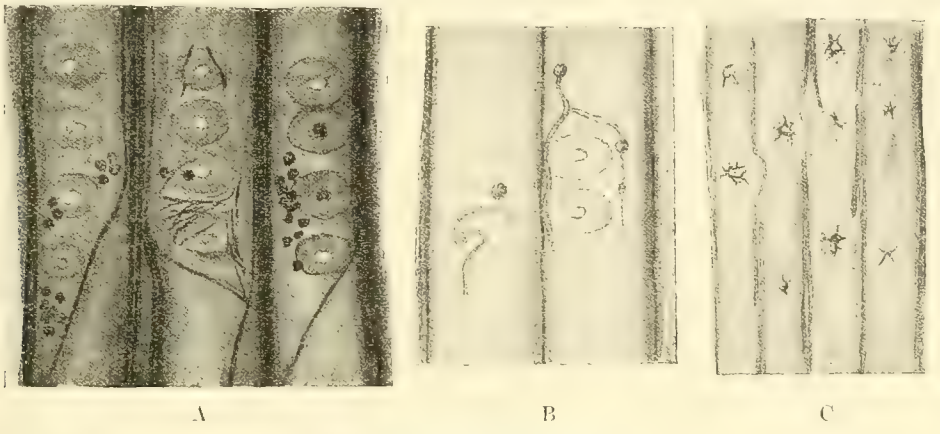


Fig. 8. *Xenoxylon phyllocladoïdes*. Spätholz, von Pilzen stark zerstört. Bei a, a u. andern Stellen vertikale Hyphenbohrlöcher in den Membranen. $\frac{260}{1}$. Nr. 120. Gez. Goth.

Sporen des Pilzes, meist von kugelrunder Form, finden sich bald einzeln, bald zu mehreren, bald in dichten Haufen im Inneren der Zellen, oft auch im Inneren der Hoftüpfelhohlräume; die Sporenhaufen scheinen mit Vorliebe in den Endigungen der Hydrostereïden zu liegen, wo man sie mehrfach findet. Bei Betrachtung des Querschnitts bemerkt man, dass an manchen Stellen das sonst so resistente Spätholz auffällig »zerfasert» und beschädigt aussieht. An typischen Stellen erkennt man dann bei näherem Zusehen, dass die »Zerfaserung» von Bohrlöchern ausgeht oder damit zusammenhängt, die — in vertikaler Richtung *in den Zellmembranen* verlaufend — kreisförmig bis unregelmässig rund sind und mit dem Zelllumen oft durch einen »Kanal», der ebenfalls vertikal zu verlaufen scheint, kommunizieren (Textfigur 8). Auf dem Tangentialschnitt bemerkt man an manchen Stellen röhrenförmige Gänge in den Zellwänden (Textfigur 7 k), die die oben im Querschnitt beobachteten Löcher — die sich also als vertikale Kanäle erweisen — in dieser Ansicht darstellen. Es können diese Bohrgänge kaum etwas anderes sein als Pilzhyphenbohrlöcher, die durch Aufwärts-(bezw. Abwärts-)gehen der Pilzhyphen — die sich ja an dem Schliff Nr. 120 reichlich finden — in den Zellmembranen geschaffen wurden. Bestärkt wird diese Auffassung dadurch, dass diese Kanäle, wie Figur 8 zeigt, oft mit kleinen, in radialer Richtung gebohrten Löchern in Verbindung stehen, die ganz ohne Zweifel von Pilzhyphen herrühren. Es muss bei dieser Sachlage, wo die Hyphen sogar in den Membranen aufwärts gingen, die Zerstörung des Holzes durch die Pilze ausserordentlich intensiv gewesen sein, wie denn auch die starke Zerstörung des so resistenten Spätholzes beweist. Bei der geringeren Resistenz des Frühholzes ist es nicht

verwunderlich, wenn man hier bemerkt, wie ganze Komplexe aus diesem herausgefressen und z. T. in eine formlose, jetzt schwarze Masse verwandelt sind, die öfters noch die Hohlräume in den zerfressenen Komplexen ausfüllt. Dass auch das Spätholz bei diesen Bäumen so stark zerfressen werden konnte, wie uns Textfigur 8 zeigt, die noch in dem Grade der Zerstörung von anderen Stellen weit übertroffen wird, ist sicher auf das Konto der Harzarmut dieser Hölzer zu setzen, die gar keine harzführenden Elemente im Holze besassen und, wie es scheint, solche auch noch nicht bilden konnten. Eine Verkienung, die bei solchen stark harzführenden Hölzern wie *Pinus*, *Picea* u. a. im Spätholz gewöhnlich eintritt und ein ausgezeichnetes Schutzmittel gegen Pilzinsulte bildet, konnte bei diesen Hölzern noch nicht stattfinden.

Ich weiss nicht, ob ein Aufwärtsgehen der Pilzhyphen in den Zellmembranen von rezenten Hölzern bekannt ist; bei HARTIG (Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882)



A B C

Fig. 9. *Xenoxylon phyllocladoïdes.*
A. Pilzsporenhaufen in einer Hydrostereïde $\frac{8\,5}{1}0$. Nr. 120.
B. Sporen, z. T. noch an den Hyphen sitzend, in Hydrostereïden. $\frac{2\,2}{1}0$. Nr. 120.
C. Eigentümliche runde Zerspellungsstellen, wohl Pilzfrass. $\frac{1\,5}{1}0$. Nr. 120.
A, B u. C Radialschliff. Gez. GOTH.

habe ich darüber nichts finden können. Sonst hat die Art der Zerstörung unseres Holzes Ähnlichkeit mit der durch *Polyporus borealis* FR. an rezentem Fichtenholz hervorgerufenen Weissfäule. Der horizontale Verlauf der Pilzhyphen, die Zerlegung dieser in ständig feinere, oft kaum messbare Hyphenzweige, das Ausfressen der Hoftüpfel bis zur äusseren Umrandung, die bald kleinen, bald grösseren Bohrlöcher in den Tangentialwänden zeigt *Polyp. borealis* ebenfalls; dass er seine Hyphen aber innerhalb der Membranen aufwärts sendet, ist nicht bekannt. Ferner habe ich einen zonenweisen Zerfall des Holzes in (1—1½ mm) übereinanderstehende, horizontal verlaufende Zerstörungszonen (HARTIG, l. c. p. 85, T. V Fig. 1 u. 2) nicht beobachten können, was aber nicht gegen das Vorhandensein eines ähnlichen Pilzes sprechen würde, insofern in unserem Holz möglicherweise die Zerstörung noch zu wenig weit vorgeschritten war.

Eine Identität des vorliegenden Pilzes mit *Polyporus borealis* wird — ganz abgesehen von dem geologischen Alter — durch die Sporenbildung innerhalb des Holzes

ausgeschlossen. In Textfig. 9 A ist eine Stelle dargestellt, wie sie sich zahlreich an dem Radialschliff beobachten lassen, wo ein Haufen Sporen innerhalb einer Holzzelle sichtbar ist. Oft sind auch nur wenige Sporen zusammenliegend vorhanden oder sie liegen ganz einzeln, und häufig sieht man sie zu einer oder mehreren im Innenraum der Hoftüpfel. Dass man es hier mit Pilzsporen zu tun hat, geht unzweifelhaft daraus hervor, dass man diese oft noch an den Hyphen ansitzend findet (Fig. 9 B). Ich muss es einem Pilzkenner überlassen, sich über die Verwandtschaftsverhältnisse des vorliegenden Pilzes zu äussern, da ich nicht genug von der Mykologie verstehe, um weiteres sagen zu können.

Bei der Bestimmung des Holzes begegnet man keinen Schwierigkeiten. Dass es zu *Xenoxylon* zu stellen ist, habe ich schon p. 11 ff. dargetan. Wegen der häufigen Getrenntheit und runden Form der Hoftüpfel ist eine Identität mit *Xenoxylon latiporosum* Cramer sp. ausgeschlossen; es ist dieselbe Art, die ich in: Fossile Hölzer aus dem Bathonien Russ.-Polens, 1906, p. 454, als *Xenoxylon phyllocladoïdes* beschrieben habe. Dass es mit dem von Conwentz (Fossile Hölzer aus der Sammlung der Königl. Geolog. Landesanstalt, Berlin 1882 p. 170) ident ist, dürfte sicher sein; zwar muss man gestehen, dass die Erhaltung des Conwentz'schen Stücks sehr zu wünschen übrig lässt, und insbesondere wird man bei genauem Durchsuchen des Radialschnitts betreffs des steten Vorhandenseins der Eiporen zweifelhaft, indess zeigt der Querschliff die einschlägigen Strukturverhältnisse mit ausreichender Deutlichkeit, so dass dieses Holz unter die Synonyme aufgenommen werden konnte.

Ob *Pinites pauciporosus* Cramer von Spitzbergen (l. c. p. 176, T. 41, Fig. 1—5) zu unserer Art gehört, lässt sich bei dem Erhaltungszustande nur vermuten; ich habe ihn mit ? ? unter die Synonyme aufgenommen, weil die grossen Lücken an den Markstrahlzellen (l. c. Fig. 4 u. 5) mir sehr auf vorhanden gewesene Eiporigkeit wie bei *Xenoxylon* hinzuweisen scheinen; die — auch nur mangelhaft sichtbare — Hoftüpfelverteilung entspricht der unserer Art.

Wie schon im Anfang angedeutet, ist die vorliegende Art für die Beurteilung des geologischen Alters der Hölzer sehr wichtig; die Einsicht, dass es sich um jurassische Hölzer handelt, gründet sich im Wesentlichen auf das Vorhandensein dieses Typus. *Xenoxyla* sind bisher aus dem deutschen Jura (Salzgitter in Braunschweig), dem Jura Spitzbergens (*Xenoxylon latiporosum* Cram. sp.), dem Jura Russ.-Polens (Bathonien) bekannt geworden, und für die Vorkommnisse in Yorkshire habe ich das Vorkommen unserer Art sehr wahrscheinlich gemacht; *Araucarioxylon Koreanum* Felix (Untersuch. üb. foss. Hölzer. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Gesellsch. 1887 p. 518, T. 25, Fig. 1) ist nach Schenk (Palaeophytologie 1890 p. 867) mit *Xen. latiporosum* Cram. sp. identisch. Nach Gottsche sollen die Schichten, aus denen es stammt, tertiär sein; nach Yabe (Mesozoïc plants from Korea 1905 p. 8, Fussnote) ist von Ischii dort Kreide und von E. v. Ahnert Jura dort angegeben worden; die Herkunft aus dieser Formation war schon von Schenk (l. c. p. 869) wegen des Alters des Cramer'schen Holzes angenommen worden, und jetzt, wo sich die *Xenoxyla* in mehreren Arten an sehr verschiedenen Punkten der Erde verbreitet zeigen, ist das Juraalter auch für das Felix'sche Stück sicher.

Aus anderen Formationen sind *Xenoxyla* bisher durchaus unbekannt, und so spricht dieser negative Grund dafür, dass dieser Typus mit dem Ende der Jurazeit bereits wieder erlosch.

Schwierig ist die Frage zu beantworten, welcher Familie denn die Bäume mit *Xenoxylon*-Holz angehört haben. Dass von *Pinites*, *Cedroxylon*, *Araucarioxylon* und den in diesen Namen ausgesprochenen Verwandtschaftsverhältnissen keine Rede sein kann, habe ich schon öfters betont (Zur Anatomie lebend. und foss. Gymnosp. 1905 p. 38). Eher — und das ist überhaupt wohl das Plausibelste — kann man zum Vergleich die »grosseiporigen Taxaceen» (d. h. die Taxaceenhölzer, die grössere Eiporen als Markstrahltüpfel haben) heranziehen, von denen früher vor meinen Untersuchungen den Botanikern nur *Phyllocladus* (Kraus, Mikroskop. Untersuch. über den Bau lebend. und vorweltl. Nadelhölzer 1864 p. 175; Schenk, Palaeophytologie 1890 p. 872/73), Kleeberg auch *Dacrydium Franklini* aufgefallen war, während die Ausdehnung dieser Eigenschaft bei den Taxaceen in Wahrheit eine weit grössere ist und jedenfalls auch war; es handelt sich um Arten von *Phyllocladus*, *Podocarpus*, *Dacrydium*, *Microcachrys*, *Pherosphera;* auch die ähnlich gebaute *Sciadopitys* (meist zu den *Araucarieae* gerechnet) kann zum Vergleich herangezogen werden, da sie ebenfalls Eiporen besitzt, wenn auch von etwas anderer Beschaffenheit. Ob es sich nun in *Xenoxylon* um eine Taxacee handelt, lässt sich nicht entscheiden; die obigen Hinweise sind ja nur als eine Parallele aufzufassen, als Aufzeigung von Analoga. In Wirklichkeit steht das *Xenoxylon* der heutigen Flora völlig fremd gegenüber; denn so grosse, selbst die der *Pinus*-Eiporen (Sectio *Pinaster*) übertreffende Markstrahltüpfel besitzt keins der oben als Parallele herangezogenen Hölzer, auch die abnorm grossen Hoftüpfel sind bei ihnen unbekannt. Trotz alledem sind die genannten Hölzer die einzigen heute lebenden, die als Parallele herangezogen werden können.

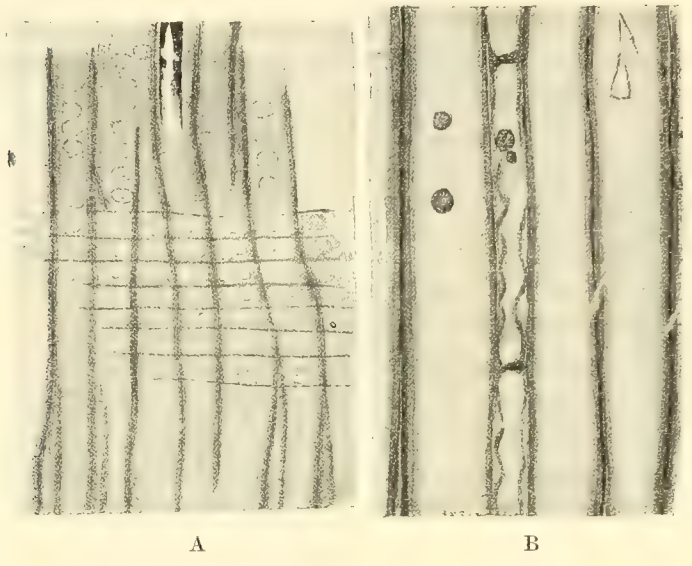
Cupressinoxylon cf. *Mc. Geei* Knowlton.

(Nr. 19, 26, 21?)

Gymnospermenholz ohne Harzgänge und Abietineentüpfelung; Holzparenchym vorhanden. Markstrahlen einreihig, selten eine Zelle hoch zweireihig. Markstrahltüpfel klein, zu (1?) 2—4 meist zerstreut auf dem Kreuzungsfeld, im Frühholz querelliptisch bis rundlich; Holzparenchymquerwände unverdickt. Spätholzzone sehr schmal (»Wurzelholzbau»), Tangentialtüpfel im Spätholz an den letzten Zellen der Jahresringe.

Die Bestimmung dieses der Struktur nach weniger interessanten Holzes ist recht schwierig. Es liegt dies weniger an der Erhaltung, die bei Nr. 19 teilweise recht gut ist, als daran, dass das Holz zur Gruppe *Cupressinoxylon* tendiert, in der auch bei den rezenten Hölzern eine so überaus grosse Gleichförmigkeit herrscht, dass man mit einigen Ausnahmen weder Gattungen noch Arten holzanatomisch erkennen kann. Merkmale, die innerhalb dieser Gruppe in Betracht kommen, sind einmal die Mark-

strahltüpfel, andererseits die Verdickungen der Tangentialwände der Markstrahlzellen. Auf Grund der ersteren hatte ich (Anat. leb. und foss. Gymnospermenhölzer 1905 p. 46 ff.) *Podocarpoxylon* und *Taxodioxylon* von *Cupressinoxylon* abgetrennt, für *Glyptostrobus* (*Glyptostroboxylon* Conw.) ist das schon früher (1864) von Kraus geschehen. Wir werden uns zunächst die Frage vorzulegen haben, ob wir das vorliegende Holz zu einem dieser »Genera» ziehen können. Figur 10 stellt einen Radialschnitt des Holzes mit Markstrahltüpfeln dar. Diese zeigen sich uns unbehöft, rundlich bis elliptisch, dann typisch horizontalstehend. Dieser letztere Umstand gibt uns schon einen Hinweis, dass es sich nicht um *Podocarpoxylon* handeln kann; die von mir (l. c. p. 48) als »podocarpoïd» bezeichneten Markstrahltüpfel zeichnen sich dadurch aus, dass ihr meist linealer Porus auffällig vertikal steht; bei vielen Podocarpeen erweitert sich im Frühholz der Porus derartig, dass die Behöfung verschwindet, also kleinere oder grössere Eiporen entstehen; diese behalten aber die Tendenz der Vertikalstellung noch sehr gewöhnlich bei, was einem, da die Markstrahltüpfel selten kreisrund sind, nicht entgehen kann. Besonders ist dies bei klein-eiporigen, wo die Eiporen meist zu 2 pro Feld stehen, ausgeprägt, aber selbst bei *Phyllocladus* u. ähnl. ist diese Eigentümlichkeit noch unverkennbar; vergl. die Abbildung von *Podocarpus andina* in meiner citierten Abhandlung p. 47. Nach dem Spätholz hin gehen die Eiporen mehr oder minder bald in podocarpoïde Markstrahltüpfel über. Alle diese Eigenschaften der Markstrahltüpfel vermisst man an unserem Holz durchaus, so dass wir *Podocarpoxylon* ausscheiden können. *Glyptostroboxylon* und *Taxodioxylon* wären eher in Betracht zu ziehen, hier zeigen sich aber die Markstrahltüpfel stets mehr oder weniger gedrängt und zahlreicher, während sie bei unserem Holz meist recht locker und einzeln stehen. In Betracht zu ziehen bleiben also ausser *Taxodioxylon* noch das eigentliche *Cupressinoxylon*. Bei unserem Holz erscheinen die Markstrahltüpfel unbehöft; da bei rezenten *Cupressinoxyla*, die sich aus Gattungen wie *Thuja*, *Thujopsis*, *Chamaecyparis*, *Cryptomeria*, *Juniperus* u. a. rekrutieren, dies (entgegen den *Podocarpoxyla* und *Glyptostroboxyla*) nicht der Fall ist, so ist dieses Merkmal von Bedeutung. Es wäre nun vielleicht denkbar, dass die Markstrahltüpfel, wie sie uns an dem fossilen Holz entgegentreten, durch Erhaltungszustände, vielleicht durch Pilze, die oft die Hoftüpfel kreisrund bis zur Hofgrenze ausfressen, verändert sind und dann also nur scheinbar un-



A B

Fig. 10. *Cupressinoxylon* cf. *Mc. Geei* Knowlton.
A. Radialschliff mit Hoftüpfeln und Markstrahltüpfeln; oben ein Stück einer Holzparenchymzelle. $\frac{150}{1}$. Nr. 19.
B. Holzparenchymzelle; in den Hydrostereïden daneben Pilzsporen. $\frac{220}{1}$. Nr. 26. Gez. Goth.

behöft wären. Es können aber unmöglich alle Markstrahltüpfel des Holzes so gleichmässig zu dieser Pseudoform umgewandelt sein, es müssten dann auch hie und da wenigstens normale, noch behöfte zum Vorschein kommen. Andererseits könnte man denken, dass der auch bei rezenten Hölzern stets viel deutlichere Porus bei den fossilen allein sichtbar sein könnte, der viel undeutlichere Hof aber wegen der schlechteren Erhaltung verdeckt sein könne. Bezüglich dieses sehr wohl zu erwägenden Einwurfs müssen wir uns einen Rückschluss von dem Bau der rezenten Hölzer auf die fossilen erlauben.

Die Behöfung bei allen hier in Vergleich zu ziehenden Markstrahltüpfeln bei rezenten Hölzern ist rund oder wenigstens rundlich, auch wohl etwas elliptisch-horizontal gestreckt. Der Porus ist lineal bis breiter elliptisch und erreicht im Frühholz eine beträchtlichere Grösse, so dass das Verhältnis der Grösse von Hof zu Porus hier kleiner ist als beispielsweise im Spätholz. Sobald der Porus selbst typisch rund oder rundlich wird, hat er die Grösse der Behöfung erreicht, und wir sehen daher von dieser nichts mehr: der Markstrahltüpfel ist also eiporig geworden. Solange der Porus ± länglich elliptisch bleibt, wie z. B. bei vielen Cupressineen, erkennt man deutlich noch die Behöfung; zuweilen reicht zwar der Porus ± über die ganze Breite der Behöfung, aber dann zeigt sich der Hof noch deutlich an den Langseiten des elliptischen Porus. In der Tat sind in allen Fällen, wo die Markstrahltüpfel der Coniferenhölzer rund — wenn auch klein — sind, diese unbehöft, und dieses Verhältnis kennen wir z. B. von *Glyptostrobus*, manchen Podocarpeen, Abietineen-Arten; im Spätholz dieser Bäume wird der Porus wieder ± länglich elliptisch, wodurch eine Behöfung »wieder sichtbar wird» (alle diese Angaben beziehen sich auf die Radialansicht der Markstrahlen). Wir werden daher für unser Holz unbehöfte Markstrahltüpfel annehmen müssen und können die Vermutung, dass doch noch ein durch die Erhaltung verdeckter Hof vorhanden gewesen sei, zurückweisen.

Solche rundlichen, unbehöften Markstrahltüpfel kommen nun bei keinem lebenden zur Gruppe *Cupressinoxylon* gehörigen Holz vor, oder es handelt sich um gelegentliche Ausnahmefälle, was man stets ohne Weiteres erkennt, indem das überwiegende Gros der Markstrahltüpfel deutlich behöft ist. Wenn man bei unserem Holz etwa aus der Mitte des Jahresrings (Mittelschicht) Markstrahltüpfel ansieht, so zeigen sich auch diese schon ± von der typisch runden Form der im Frühholz sichtbaren. Im Spätholz sieht man sie an einigen günstigen Stellen deutlich behöft mit vertikalem Porus, welcher Umstand die obigen Betrachtungen über die Unbehöftheit der Markstrahltüpfel im Frühholz weiter unterstützt, da sich, wenn ein Hof im Spätholz noch sichtbar ist, ein solcher auch in dem oft sehr gut erhaltenen Frühholz zeigen müsste.

Obwohl die merkliche Eiporigkeit (Unbehöftheit) der Markstrahltüpfel sich mit *Cupressinoxylon* nur schlecht vereinbart, erscheint es mir dennoch das Beste, diese Sammelgattung zu wählen, da man für die Zugehörigkeit zu *Taxodioxylon* oder gar zu *Glyptostroboxylon* keine Garantie übernehmen kann, wie oben auseinandergesetzt: auch von rezenten Taxodieen sind einige unter *Cupressinoxylon* einbegriffen, und so ist der Fehler, den man vielleicht mit *Cupressinoxylon* macht, jedenfalls nur sehr gering. Das auffallendste Merkmal unseres Holzes, die ziemlich grossen, unbehöften

Markstrahltüpfel finden wir an einem aus der untersten Kreide oder oberstem Jura stammenden Holz wieder, das von KNOWLTON als *Cupressinoxylon Mc. Geei* (Fossil wood and lignite of the Potomac formation. Bullet. Unit. States Geolog. Survey. 1889 Nr. 56 p. 46, T. III, Fig. 1—5) beschrieben ist. Zwar hat dieses Holz, das auch in Bezug auf das Alter nicht schlecht zu dem vorliegenden stimmt, anderen Jahresringbau, aber dieser ist doch nur Funktion der Wachstumsbedingungen oder der Zugehörigkeit zu gewissen Regionen des Baumes (Wurzel, Ast etc.) und ist diagnostisch gleichgültig. Die kleinen Tangentialtüpfel, die KNOWLTON (l. c. T. III, Fig. 2) abbildet, zeigt unser Holz ebenfalls, doch lege ich darauf wenig Wert, da die meisten, wo nicht alle *Cupressinoxyla* solche haben. Die Spiralen, die auf seiner Figur 5 die kleinen Tangentialtüpfel verbinden, kann man ruhig ignorieren; es sind sicher nur Spiralrisse oder -spalten gewesen, und so wie die schematisierte Figur des Autors es zeigt, haben sie die Hoftüpfelchen sicher nicht »verbunden». Überhaupt ist die ganze Figur 5 dadurch sehr problematisch, dass KNOWLTON an dem Holzparenchym gewöhnliche Hoftüpfel abbildet, während hier doch immer einfache behöfte Tüpfel auftreten. Der Grund, weshalb ich gerade dies Holz zum Vergleich heranziehe, liegt, wie schon bemerkt, in der — ungefähren — Gleichheit des Alters sowie in den Markstrahltüpfeln, deren Beschaffenheit ja diagnostisch sehr wichtig ist. Eine Identität beider Hölzer sicher behaupten zu wollen, liegt mir fern und ist auch bei der nicht hinreichenden Zuverlässigkeit der KNOWLTON'schen Beschreibung nicht möglich. Dass die übrigen Charaktere unseres Holzes mit denen des KNOWLTON'schen Stückes stimmen, sei noch erwähnt. Bei dieser Sachlage konnte der Speciesname nur mit cf. hinzugesetzt werden.

Das vorliegende Holz gehört zu den ältesten Repräsentanten des Typus *Cupressinoxylon*; da es selbst geologisch älter als die aus dem Potomac von F. H. KNOWLTON beschriebenen Stücke ist, so hielt ich es bis vor kurzem überhaupt für das älteste dieser Art. Soeben ist mir aber eine Arbeit LIGNIERS zugegangen (Végétaux fossiles de Normandie. IV. Bois fossiles divers. Ire Série. Caen 1907), in der der Autor ein *Rhizocupressinoxylon*[1] *liasinum* n. sp. beschreibt, das als ältestes *Cupressinoxylon* besonderes Interesse beansprucht. Der Hauptunterschied gegenüber unserer Art besteht in dem Besitz oft typisch behöfter Markstrahltüpfel (LIGNIER, l. c. T. XXI, Fig. 61), was bei unserer Art, wenn es überhaupt vorkam, jedenfalls nur in ganz untergeordneter Weise der Fall gewesen sein kann; beobachtet worden ist eine Behöfung ja nur im Spätholz.

Bei dem Radialschliff von Nr. 26 lässt sich die Tätigkeit von Pilzen wieder deutlich beobachten, von denen hier Sporen und Hyphen häufiger zu bemerken sind. Die Sporen (Textfigur 10 A) liegen einzeln oder zu mehreren beisammen in den Zellen und sind von rötlich-dunkelbrauner Farbe, ähnlich wie die von CONWENTZ (Fos-

[1] Die von CONWENTZ eingeführte und von FELIX weiter ausgedehnte Bezeichnungsweise von Wurzel-, Stamm- und Astholz durch Vorsetzung der Silben *Rhizo-*, *Clado-*, *Cormo-* ist mit den Gesetzen der wissenschaftlichen Namengebung schwerlich vereinbar und sollte in jedem Falle vermieden werden. Was man durch diese Vorsilben ausdrücken will, gehört in die Beschreibung. LIGNIER hat übrigens nicht wie andere Autoren den Jahresringbau zur Bestimmung der Wurzelnatur des Holzes benutzt, wovor man meist nur warnen kann, sondern hat das Zentrum des Holzes untersuchen können, wo sich natürlich die Wurzelnatur sicher bestimmen lässt.

sile Hölzer Schwedens 1892 T. VII, Fig. 9). Die Hyphen gehen auch hier mit Vorliebe in horizontal-radialer Richtung durch das Holz, und der Pilz ist möglicherweise derselbe wie der bei *Xenoxylon phyllocladoïdes* p. 15 ff. beschriebene. Die Hyphenreste sind aber bei dem vorliegenden Holz nicht so schön wie dort. Überhaupt ist auch die Zerstörung durch den Pilz nicht so weit vorgeschritten wie bei dem *Xenoxylon;* nach den in den Tangentialwänden der Holzzellen dort so häufigen Hyphenbohrlöchern habe ich an dem Tangentialschnitt von Nr. 26 vergeblich gesucht, offenbar aber nur aus dem Grunde, weil dieser Schliff durch eine Region gegangen ist, die von den Pilzen noch wenig oder gar nicht infiziert war. Im Radialschnitt zeigt sich nämlich, dass in einer Anzahl von Jahresringen von Hyphen und Sporen nichts zu sehen ist. Auch nach der eigentümlichen vertikalen Durchbohrung der Zellmembranen durch die Pilzhyphen habe ich hier vergebens gesucht, was damit übereinstimmt, dass hier innerhalb der Zellen im Radialschliff keine vertikalgehenden Pilzhyphen zu beobachten waren.

Cedroxylon cedroides n. sp.

Schliffe und Stücke Nr. 98, 107, 108, 109, ? 110.

Abietineenholz ohne Harzgänge; am Ende des Jahresrings regelmässig Endparenchym, d. h. die das Spätholz abschliessende Zellreihe besteht zum (grösseren) Teil aus Prosenchymzellen (Hydrostereïden), zum (kleinen) Teil aus Harzparenchymzellen, die sich durch die Querwände und die Tüpfelung verraten. Markstrahlen stellenweise hoch (bis 30-stöckig), stellenweise 2-reihig; Markstrahltüpfel klein, zerstreut, 4—5 pro Kreuzungsfeld, nur im ersten Frühholz etwas eiporig, und hier, wie gewöhnlich, Markstrahltüpfel etwas grösser (4—5 μ hoch). Hoftüpfel hin und wieder alternierend, an einigen Stellen auch sternförmige Gruppen von Hoftüpfeln wie bei *Cedroxylon transiens*, aber beides ganz untergeordnet; araucarioïde Hoftüpfelreihen gänzlich fehlend.

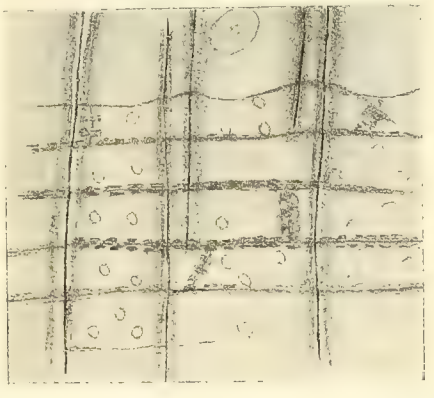


Fig. 11. *Cedroxylon cedroïdes* Radialschliff mit »Abietineentüpfelung» (der »höckerigen» Verdickung der Markstrahlzellenwände). $\frac{230}{1}$. Nr. 98. Gez. Goth.

Die Abietineennatur dieses Holzes ist durch die teilweis ausgezeichnete Erhaltung der Abietineentüpfelung ausser allem Zweifel (Textfig. 11). Es ist dieses Holz für die Bestimmung insofern lehrreich, als es zu *den* Abietineenhölzern gehört, die ständig Holzparenchym — am Ende des Jahresrings — führen (Textfig. 12) und also nach dem Göppert-Kraus'schen System als *Cupressinoxylon* bestimmt werden würde, was ein ganz grober Irrtum wäre. Ich habe bereits in meiner Arbeit: Zur Anatomie leb. u. foss. Gymnosp.-Hölzer 1905 p. 40 ff. ausdrücklich auf das Unzuverlässige und Trügerische der Benutzung des Holzparenchyms als Diagnostikum hingewiesen und als einzig Zuverlässiges in dieser Frage die Abietineentüpfelung bezeichnet; es ist hier, wo ein fossiles Holz der Gruppe *Cedroxylon* mit Holzparenchym vorliegt, der Ort,

noch einmal ausdrücklich auf diese Verhältnisse aufmerksam zu machen. Das Vorhandensein des Holzparenchyms rückt unser Holz in die Nähe von *Cedrus*, *Pseudolarix*, *Tsuga*, die dasselbe ebenfalls haben. Es lässt sich nicht sagen, inwieweit mit dem einen oder anderen dieser Genera in der Tat eine Verwandtschaft besteht, da man ja über die Belaubung und Zapfenbildung nichts weiss; der Holztypus ist aber derjenige der genannten Genera. An einigen Stellen scheint es, als ob Quertracheïden auftreten, die sich in älterem *Cedrus*- und *Tsuga*-Holz ebenfalls finden. Die stellenweis auftretende, aber seltene Zweireihigkeit der Markstrahlen stimmt ebenfalls hierzu (GOTHAN, l. c. p. 50); allerdings kommt eine solche Zweireihigkeit der sonst durchweg einreihigen Markstrahlen bei Coniferenhölzern wohl überall gelegentlich vor.

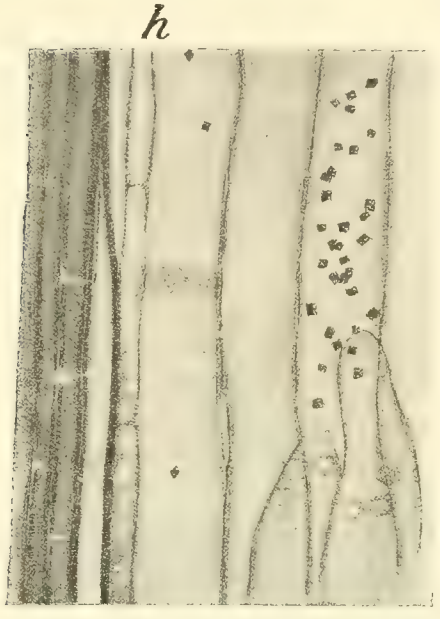


Fig. 12. *Cedroxylon cedroïdes.* Radialschliff von der Grenze eines Jahresrings mit Holzparenchym am Ende (h), das wie die Markstrahlen getüpfelt ist; rechts kleine Schwefelkieswürfel in der Zelle. $\frac{150}{1}$. Nr. 98. Gez. GOTH.

Betreffs der Bestimmung des Holzes ist zu bemerken, dass es leider aus 2 Gründen unmöglich ist, überhaupt in eine Diskussion über die Verwandtschaft mit beschriebenen *Cedroxyla* einzutreten. Da bisher die Abietineentüpfelung bei der Bestimmung der *Cedroxyla* u. a. Abietineenhölzer gar nicht angewendet worden ist, so ist die Abietineennatur *aller* beschriebenen *Cedroxyla* zweifelhaft. Es ist das ein sehr bedauerlicher und schlimmer Umstand, den das GÖPPERT-KRAUS'sche System heraufbeschworen hat. Ich zweifle nicht daran, dass unter den beschriebenen *Cedroxyla* Abietineenhölzer sind und dass bei vielen auch die Abietineentüpfelung wahrnehmbar ist, aber sie ist entweder übersehen oder ihr Wert als Merkmal nicht gekannt worden. Da 2. unser Holz Holzparenchym besitzt, so würde man vollends vergebens versuchen, es mit beschriebenen »Arten» in Beziehung zu setzen, denn auf dieses Holzparenchym hin wäre es ja in die Gruppe der *Cupressinoxyla* eingereiht worden. Wir können es daher mit einem schon bekannten Artnamen nicht belegen; in Rücksicht auf die oben dargetanen Beziehungen zum *Cedrus*-Holz wähle ich *cedroïdes*.

Es mag das Urteil, das ich eben über das »bewährte» KRAUS-GÖPPERT'sche System gefällt habe, zu hart erscheinen, doch enthält es nur den nackten Sachverhalt. Man ist grade bei den harzganglosen *Cedroxyla*, die beschrieben worden sind, völlig ratlos, ob man nun eine Abietinee oder ein *Cupressinoxylon* vor sich hat; die Schuld an der grossen Verwirrung trägt insbesondere auch die selbst von als kompetent angesehenen Autoren vertretene Meinung, dass durch GÖPPERT und KRAUS eine ausreichende Kenntnis der Anatomie der lebenden Gymnospermenhölzer für unsere Zwecke erreicht sei, und das war durchaus nicht der Fall.

An einigen Stellen bemerkt man an diesem Holz eine ± schwache Tendenz zu Hoftüpfelverhältnissen, wie wir sie typisch bei der folgenden Art, *Cedroxylon transiens*, ausgeprägt finden (vergl. dort). Es zeigt sich hie und da etwas Alternanz der Hoftüpel, auch wohl einige zu sternartigen Gruppen (»Sterngruppen» p. 27) zusammengestellte Hoftüpfel sieht man, jedoch ist die Erscheinung im Vergleich zu *Cedroxylon transiens* wenig auffällig, und man muss erst lange darnach suchen, um das Genannte zu sehen. Darnach ist an eine Vereinigung mit der folgenden Art gar nicht zu denken, wo Alternanz und Sterngruppen so ausgeprägt sind, dass man sie beim ersten Blick sieht. Immerhin ist das Vorkommen einigermassen analoger Verhältnisse bei *Cedr. cedroïdes* insofern von Interesse, als es zusammen mit den Hoftüpfeleigentümlichkeiten von *Cedr. transiens* um so mehr darauf hinweist, dass die heute fast durchweg übliche getrennte, opponierte Hoftüpfelstellung aus der alternierenden, gedrängten (araucarioïden) hervorgegangen ist. Mit Rücksicht darauf, dass diese Umwandlung mit dem Mesozoïcum, und zwar vielleicht schon in der Trias eintrat, verstehen wir, dass wir unter unsern Jurahölzern mehrere sich finden, die noch teils wenig, teils stark zu der früher allgemein verbreiteten araucarioïden Hoftüpfelung tendieren (vergl. p. 28).

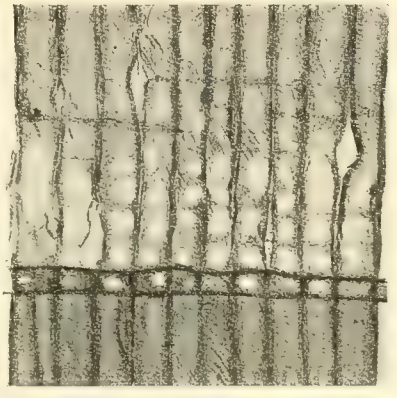


Fig. 13. *Cedroxylon cedroïdes*. Radialschliff mit Markstrahl, dessen Tüpfel durch Pilzfrass zu »Pseudo-Eiporen» ausgefressen sind. $\frac{150}{1}$. Nr. 107. Gez. Goth.

Auch an diesem Holz ist Pilztätigkeit stellenweise sehr stark zu spüren. An dem Schliff Nr. 107 ist sie besonders deutlich zu beobachten. Hier bemerkt man nämlich an vielen Stellen, dass die Markstrahlen Eiporen als Markstrahltüpfel zeigen (Textfigur 13), etwa wie gewisse *Pinus*-Arten. Bei genauerem Zusehen bemerkt man bald, dass erstens diese Eiporen nicht regelmässig auftreten, indem man an andern Stellen die normalen kleinen Markstrahltüpfel sieht, zweitens dass ihre Grösse auffällig schwankt, indem sie bald nur einen kleineren Teil des Kreuzungsfeldes zwischen Markstrahlzelle und Hydrostereïde, bald dieses ganz einnehmen und sogar mit der nebenstehenden Eipore »verschmelzen»; auch bemerkt man an den Hydrostereïden selbst, dass sie an vielen Stellen kleine bis grössere Löcher aufweisen, die bei einiger Grösse den Eindruck »ausgefressener Hoftüpfel», wenn man so sagen darf, machen und dann unseren Eiporen ± gleichen. Man erkennt hieraus deutlich, dass die Eiporen etwas Sekundäres, durch nachträgliche, vielleicht erst am toten Holz in Tätigkeit getretene Zerstörung der Zellwände Hervorgerufenes ist. Die Zerstörer können kaum etwas anderes als Pilze gewesen sein, die die Membran, vielleicht den Porus der Markstrahltüpfel als Durchgang benutzend, zum grösseren oder geringeren Teile zerstört haben; die Löcher in den Prosenchymzellen gehen ebenfalls auf sie zurück. Pilzhyphen waren mit Sicherheit nicht mehr nachzuweisen, doch weist noch die spiralige Zerfaserung der Hydrostereïden-Membranen (Fig. 13) gerade in der Nähe der Pseudo-Eiporen ebenfalls auf Pilztätigkeit hin. Die Eiporenbildung durch die Pilze erinnert lebhaft an eine Abbildung von Conwentz (Fossile Hölzer

Schwedens 1892 T. VIII, Fig. 6), wo er bei einem Holz, das als *Sequoïtes Holsti* NATH. nom. tant. bezeichnet ist, ähnliche »Eiporen» abbildet. CONWENTZ (l. c. p. 31) hält es »nicht für unwahrscheinlich, dass die Form und Grösse derselben (der Markstrahltüpfel) durch nachträglichen Substanzverlust, der infolge parasitärer Einwirkung eingetreten ist, wesentlich verändert wurde». In der Tat, ist das dort beschriebene Holz mit *Sequoia* verwandt, so kann es niemals primär solche Eiporen besessen haben.

Cedroxylon transiens n. sp.

(Schliffe Nr. 89 und 102.)

Gymnospermenholz mit Abietineentüpfelung, im allgemeinen ohne Harzgänge. Am Ende der Jahresringe regelmässig Holzparenchym. Hoftüpfel im Frühholz sehr

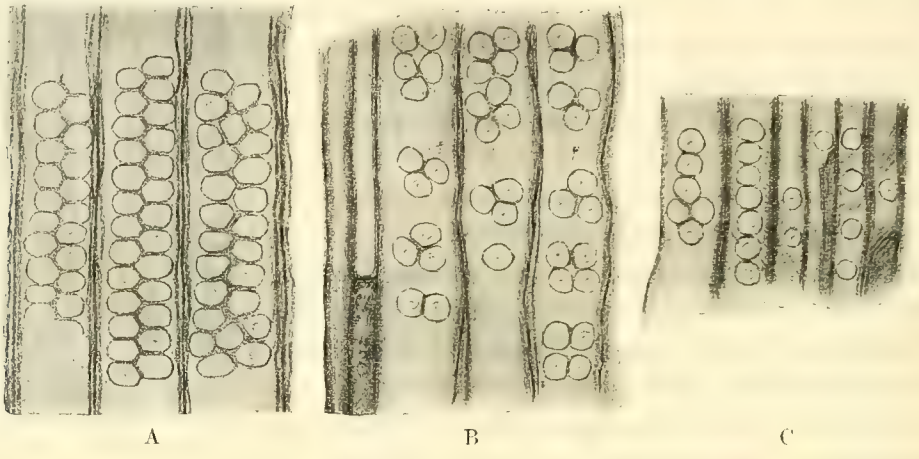


Fig. 14. *Cedroxylon transiens*. Radialschliffe.
A. Hoftüpfel völlig araucarioïd gestellt.
B. Hoftüpfel in »Sterngruppen»; links eine Holzparenchymzelle am Ende des Jahresrings.
C. Hoftüpfelverteilung im Spätholz, nicht araucarioïd.
A—C $\frac{160}{1}$. Nr. 102. Gez. GOTH.

gewöhnlich alternierend-gedrängt (also araucarioïd) oder in einzelnen sternförmigen Gruppen zu 2—4 (6), innerhalb deren wieder häufig Alternanz herrscht, oder getrennter und opponiert; Hoftüpfel im Spätholz getrennt, locker, also nicht araucarioïd. Markstrahlen stets einreihig (ganz gelegentlich 1 Zelle hoch 2-reihig). Markstrahltüpfel klein, zu mehreren auf dem Kreuzungsfeld.

Dieser Holztypus beansprucht in phylogenetischer Hinsicht gleich grosses Interesse wie der durch *Protopiceoxylon exstinctum* vertretene. Es handelt sich auch hier um einen ausgestorbenen Primärtypus der Abietineen. Sehr eigentümlich sind die Hoftüpfelverhältnisse, wie schon oben bei *Cedr. cedroïdes* kurz angedeutet. In Textfigur 14 A ist die Hoftüpfelverteilung dargestellt, wie sie sich gewöhnlich im Frühholz zeigt. Es sind oft ganz und gar araucarioïd gestellte, d. h. alternierende, gegenseitig abgeplattete Hoftüpfel in ± langen, zusammenhängenden Reihen. Eine

ebenso häufige Verteilung stellt Abb. 14 B dar, und diese ist das Merkwürdigste an der Hoftüpfelung. Man sieht die Hoftüpfelreihen in einzelne Komplexe »aufgelöst», die aus 1—4 (6) Hoftüpfeln bestehen, die unter einander wieder meist oder doch sehr oft alternieren, also den araucarioïden Charakter festhalten, andererseits aber auch öfters opponiert sind. Im Spätholz stehen die Hoftüpfel dagegen ganz getrennt und einzeln wie bei den meisten lebenden Coniferenhölzern (Fig. 14 C). Wir haben also — anders kann man die vorliegenden Verhältnisse gar nicht bezeichnen — araucarioïde Hoftüpfelung und die gewöhnliche an einem und demselben Holz gemischt vorhanden, und zugleich einen Übergang zwischen beiden Extremen, nämlich die »Sterngruppen», wie ich die in Abb. 14 B sich zeigende Hoftüpfelverteilung kurz bezeichnen werde. Das Nebeneinandervorhandensein der drei genannten Arten der Hoftüpfelung scheint mir mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit darauf hinzuzeigen, dass die bei dem Gros der Coniferen heute vertretene lockere, opponierte Hoftüpfelstellung aus der araucarioïden hervorgegangen ist, die beide heute unvermittelt neben einander bestehen, indem etwa vorhanden gewesene Zwischentypen ausgestorben sind und, soviel wir bisher wissen, auch im Känozoïkum bereits nicht mehr vorhanden waren. Im Palaeozoïkum und auch im frühen Mesozoïkum dagegen war nach allem bisher Untersuchten die araucarioïde Hoftüpfelung durchaus vorherrschend, ja ausschliesslich vorhanden, und erst im Mesozoïkum, ungefähr um den Beginn der Juraformation scheinen Hölzer mit der modernen Hoftüpfelung aufgetreten zu sein. Aus dieser Periode nun ist uns in dem vorliegenden Holz ein Übergangstypus aufbewahrt worden, als den wir unser Holz ansehen müssen. Die »Sterngruppen» (Abb. 14 B) zeigen, dass das Bestreben, die Hoftüpfel zu trennen und vereinzelt anzulegen, bei unserm Holz deutlich vorhanden war; indes ist dies nur im Spätholz, wo sie einzeln stehen, typisch zur Ausbildung gelangt. Im Frühholz dagegen zeigen sich die langen Hoftüpfelreihen zu »Sterngruppen» — wenn man so sagen darf: »auseinandergerissen», innerhalb deren aber die altererbten araucarioïden Charaktere (Alternanz etc.) wiederum noch sehr häufig zum Durchbruch kommen; *diese Sterngruppen sind also so zu sagen der erste Schritt zur Umwandlung der araucarioïden Hoftüpfelung in die moderne.* Bei einer so auffallenden Ausbildungsweise darf man ohne Zaudern die Alternanz- und Begleiterscheinungen als Erinnerung (Atavismus) deuten, nicht aber bei einer so wenig typischen Ausbildung, wie dies bei dem als *Pinites ? ramosus* Blanckenhorn (Flora des Buntsandsteins etc. der Umgegend von Commern. Palaeontogr. Bd. XXXII, 1886 p. 137 ff., T. XXII, 1—16) beschriebenen, überdies äusserst kümmerlichen und in Wirklichkeit unbestimmbaren Resten der Fall ist, zumal hier nur einreihige Hoftüpfel beobachtet sind. Eine so geringe Abplattung kommt auch bei allen möglichen lebenden Coniferenhölzern vor, namentlich an den Enden der Hydrostereïden; unmöglich kann man an solchen Resten wie den Blanckenhornschen irgend welche morphogenetischen Betrachtungen anstellen wollen, wie der Autor es p. 139 (l. c.) tut.

Bei unserem Holz scheint es, als ob die Alternanz oft mehr gegen das Ende der Hydrostereïden ihre typischste Ausprägung erfährt, jedoch bemerkt man das gleiche Verhältnis auch oft an Stellen, die sicher nicht in der Nähe der Zellenenden

liegen; interessant ist es, wenn man von solchen Stellen mit alternierenden Hoftüpfeln weiter nach der Mitte der Zellen zu geht; hier sieht man nämlich an günstigen Stellen, dass auf die alternierend-gedrängten Hoftüpfelreihen Sterngruppen und schliesslich gänzlich getrennte Hoftüpfel folgen, so dass man an einer Zelle alle Übergangsstadien sehr schön beobachten kann.

Bei dieser Gelegenheit erscheinen einige Worte über den vermutlichen Zweck der Entwickelung der Hoftüpfelungsweise der Gymnospermen überhaupt angebracht. Bei den palaeozoïschen haben wir durchweg noch araucarioïde Hoftüpfelung, die oft noch an netzförmige Verdickung erinnert, aus der sie hervorgegangen zu denken ist (Cordaïteen; viele *Cycadofilices*). Es lässt sich nicht leugnen, dass die gänzliche »Bedeckung» der Hydrostereïdenwände mit Hoftüpfeln wegen der damit verbundenen weitgehenden Perforation der Holzzellenwände auf Kosten der Membranfestigkeit erfolgte. Wir sehen daher sehr bald das Bestreben eintreten, die Zahl der Hoftüpfel auf den Wänden zu verringern (einzelne carbonische, viele Rotliegend-Hölzer), bei denen zwar die Alternanz noch durchweg bleibt, aber die Hoftüpfel schon nicht mehr die ganze Hydrostereïdenradialwand einnehmen. Da die Hydrostereïden in erster Linie die Wasserleitung in vertikaler Richtung vermitteln, so ist eine grössere Anzahl von Kommunikationsstellen an den Enden der Zellen, wo die nächst höheren mit den darunter liegenden zusammenstossen, unbedingt notwendig, während in der Mitte der Zellen die Hoftüpfel von geringerer Bedeutung sind (sie vermitteln hier z. B. die Wasserleitung in tangentialer Richtung). Die Gymnospermen waren daher bestrebt, die Hoftüpfel in dieser Zellregion auseinanderzurücken, was durch die Beseitigung der Alternanz und der damit stets verbundenen Aneinanderdrängung erreicht wurde. So haben denn die heutigen Coniferen mehr getrennt stehende, in der Regel nur an den Hydrostereïdenenden gehäufte Hoftüpfel aufzuweisen. Bei den Araucarieen, die die Alternanz und Zusammendrängung beibehalten haben, schienen mir die Holzzellwände bisher auffällig dick; überdies »bedecken» (richtiger wäre: »perforieren») ja die Hoftüpfel bei weitem nicht die ganze Radialwand der Zellen und die Hoftüpfelreihen sind oft unterbrochen, »bedecken» also die Hydrostereïdenwände nicht durchlaufend von oben bis unten; einige Coniferen haben zur Erzielung grösserer Festigkeit noch Spiralverdickungen in den Hydrostereïden (*Taxus*, *Cephalotaxus*, *Torreya*, *Pseudotsuga*, unter gewissen Umständen auch *Picea* und *Larix*). Es mögen diese Andeutungen hier genügen; näher ausgeführt habe ich diesen Gedanken in: Wandlungen der Hoftüpfelung bei den Gymnospermen im Laufe der geologischen Epochen. Sitzgsber. Naturforsch. Freunde 1907 Nr. 2 p. 13 ff.

Wir wenden uns nunmehr zu den weiteren anatomischen Verhältnissen. Die Abietineentüpfelung ist bei diesem Holz infolge schlechterer Erhaltung nicht so exzellent ausgeprägt, wie bei andern Abietineenhölzern von König-Karls-Land. Indess sieht man an mehreren Stellen im Radialschliff diese Tüpfelung doch recht deutlich, so dass man über ihr Vorhandensein kaum im Zweifel sein kann. Ausschlaggebend sind die Verhältnisse, die der Tangentialschliff von Nr. 89 bietet. Hier sieht man nämlich die Markstrahlzelltangentialwände (Textfigur 15) deutlich löcherig getüpfelt, das Aussehen, das die Abietineentüpfelung auf diesem Schnitt immer bietet. Es er-

gänzt diese Beobachtung das im Radialschnitt Gesehene in sehr wünschenswerter Weise und bietet zugleich eine wertvolle Kontrolle für die Richtigkeit des am andern Schliff Gesehenen. Die Holzparenchymquerwände sind, wie Fig. 15 ebenfalls zeigt, im Tangentialschliff sehr schön getüpfelt, wie das ja bei Abietineenhölzern stets der Fall ist, wenn Holzparenchym vorhanden. Bei Schliff 102 liegen die Verhältnisse bezüglich der Abietineentüpfelung insofern etwas ungünstig, als die Markstrahlzellen mit einer bräunlichen, krümeligen, aus kleinen Kügelchen (Harz?) bestehenden Masse teilweise erfüllt sind, die sich grade an die Markstrahlzellwände immer anlegt und hier keine Details zu erkennen gestattet. Es gelang mir jedoch nach eifrigem Suchen, mehrere Stellen zu finden, wo die Abietineentüpfelung noch gut zu beobachten war; schon vor deren Auffindung war es mir wegen der sonst vollständigen anatomischen Übereinstimmung so gut wie sicher, dass beide Stücke (89 und 102) zusammengehörten; durch die Auffindung der Abietineentüpfelung ist dies nun völlig gewiss.

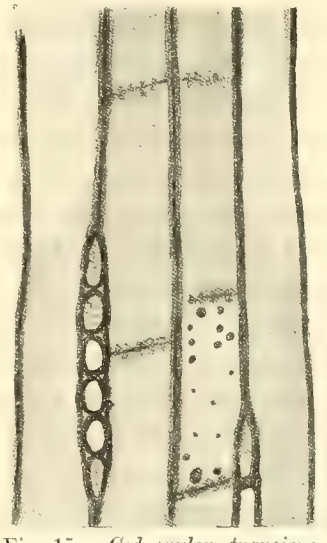


Fig. 15. *Cedroxylon transiens*, Tangentialschliff. In einigen Markstrahlzellen sehr deutlich die Abietineentüpfelung; ebenso an den Querwänden der Holzparenchymzellen. $\frac{220}{1}$. Nr. 89. Gez. Goth.

Die beiden Stücke ergänzen sich in ihren Strukturverhältnissen vorzüglich, indem nämlich die Hoftüpfelverhältnisse an Nr. 102 ausgezeichnet erhalten sind, während dies bei 89 nicht in dem Masse der Fall ist, wo auch der Querschliff sehr zu wünschen übrig lässt. Die Zellen sind hier stark versunken und ganze Komplexe kollabiert; die Hoftüpfel sind so durchscheinend, dass man oft Mühe hat, ihre Konturen zu entdecken. Besser ist es an Stellen, wo nur Hoftüpfelsteinkerne[1] erhalten sind; hier beobachtet man dieselben Verhältnisse wie Textfig. 14 zeigt, die vom Schliffe 102 entnommen ist. Vermöge der Steinkernbildung sind die Hoftüpfelkonturen bei Nr. 89 stark rundlich, während sie bei Erhaltung der Aussenkontur des Tüpfels und araucarioïder Stellung polygonal erscheinen.

Das Holz besitzt keine Harzgänge, nur an einer Stelle des Schliffs Nr. 89 zeigt sich ein solcher, wohl als abnormale Erscheinung (Taf. 1, Fig. 1). Ich möchte diesem Auftreten kein grosses Gewicht beilegen; auch bei *Cedrus* habe ich einmal einen anomalen (vertikalen) Harzgang gesehen, ohne dass Verwundung oder deren Spuren an dem betreffenden Holz sich zeigten.

Bei der Bestimmung des Holzes geht man naturgemäss am besten von der Abietineentüpfelung aus, die das Holz als einer Abietinee entstammend charakterisiert. Wegen des Mangels von Harzgängen (abgesehen von dem einen obengenannten anomalen) ist das Holz zu *Cedroxylon* zu stellen. Man könnte zwar versucht sein, wegen der ungeheuer auffallenden Alternanz der Hoftüpfel an die Aufstellung einer eigenen Gattung zu denken, jedoch scheint mir hierzu eine Notwendigkeit nicht vorzuliegen, da die Abietineennatur durch die Markstrahltüpfelung über allen Zweifel sicher ist; seine Sonderstellung innerhalb der *Cedroxyla* bleibt jedoch bestehen. In-

[1] Vergl. Gothan, Zur Anatomie u. s. w. 1905 p. 23.

bezug auf das Holzparenchym am Ende des Jahresrings ähnelt die Art dem *Cedroxylon cedroïdes* G., von dem es sich durch die Hoftüpfelverhältnisse unterscheidet; wir haben auch hier wieder ein Holz, bei dem die diagnostische Verwendung des Holzparenchyms auf eine falsche Fährte führen würde (vergl. p. 23/24); ohne Berücksichtigung der Abietineentüpfelung würden auch die Hoftüpfelverhältnisse irreführend wirken können.

Von bereits beschriebenen fossilen Hölzern, die zum Vergleich mit der vorliegenden Art herangezogen werden können, ist zunächst zu nennen *Pinus* (*Larix*) *Johnseni* Schröter (Untersuchung. über foss. Hölzer der arkt. Zone, 1880 p. 3 ff.), das einzige bisher von König-Karls-Land beschriebene Holz. Schröter hat bei diesem Holz (l. c. p. 7) bei den Hoftüpfeln vorwiegend Alternanz, nur an einer Stelle Opposition beobachtet; seine Abbildung 5 (Taf. I) zeigt jedoch im Vergleich zu unserer Fig. 14 A wenig araucarioïden Charakter. Ferner hat sein Holz nach ihm in den inneren Jahresringen zahlreiche Harzgänge, die nach aussen an Zahl abnehmen. Es scheint mir nach seiner Figur 1, als ob gegen das Zentrum hin eine Überwallung stattgehabt hat, auf die die grössere Anzahl der Harzgänge dort zurückzuführen ist. Ich erinnere hier an den einen Harzgang bei unserm Schliff Nr. 89; nach der Krümmung der Jahrringsgrenzen zu urteilen, entstammt unser Stück ziemlich altem Holze, und es würde der Harzgangmangel an diesem mit dem Schröter'schen Stück nicht schlecht stimmen, wo sie ja vorwiegend in den inneren Jahrringen vorhanden sind. Auch Holzparenchym besitzt Schröters Art gleich der unserigen; trotzdem kann man wegen der unklaren Harzgangverhältnisse und der Hoftüpfelungsweise nicht daran denken, ein Urteil über etwaige Identität beider Hölzer abzugeben. Es kann dies nur nach Einsicht der Originalschliffe geschehen; ich hatte dieserhalb an den Autor geschrieben, jedoch auf meine Anfrage die Antwort erhalten, dass die Schliffe in den geologischen Sammlungen des Züricher Polytechnikums, wo sie sich befinden müssten, nicht mehr auffindbar seien, so dass es leider nicht möglich war, die so wünschenswerte Prüfung der Originalschliffe vorzunehmen. Schröter hatte das Holz als *Larix* bezeichnet und gibt als Gründe für diese Bestimmung an, dass *Larix* oft auffällig zerstreute Harzgänge habe, gelegentlich (p. 12, l. c.) in einigen Jahresringen gar keine. Obwohl ein zerstreuteres Vorkommen der Harzgänge als beispielsweise bei *Picea* auch mir aufgefallen ist, habe ich solche doch nie so zerstreut gefunden wie das fossile Holz *Larix Johnseni* zeigt, und insbesondere entbehren diese Bäume doch niemals neben den vertikalen der horizontalen, in Markstrahlen verlaufenden Harzgänge, wie denn ja unter normalen Verhältnissen beide Harzgangsorten bei lebenden Typen *immer* kombiniert auftreten; die horizontalen Harzgänge aber fehlen dem Schröter'schen Holz wie auch andern von König-Karls-Land (dem vorliegenden und dem folgenden *Protopiceoxylon*) normalerweise ganz. Als zweites Argument führt Schröter das besonders am Ende der Jahresringe (Spätholz) auftretende Holzparenchym an. Es ist das an sich ganz richtig; doch zeigt *Pseudotsuga* dasselbe; ausser gelegentlichem Vorkommen bei einigen *Abies*-Arten haben es auch stets *Cedrus* und *Pseudolarix*. Der Grund, weshalb das Holz keiner *Larix* angehört haben kann, liegt vor allem in dem Auftreten nur vertikaler Harzgänge. Sind diese wirklich reguläre

Bildungen, so würde ein Mitteltyp zwischen *Larix* (*Pseudotsuga?*) einerseits, und *Pseudolarix* und *Cedrus* andererseits vorliegen (vergl. p. 34). SCHRÖTER hat das Holz als tertiären Alters bestimmt, was, wie wir sahen, nicht stimmt; allerdings würde man auf Grund dieses Holzes, da Jurahölzer noch viel zu wenig genügend untersucht sind, wohl nicht so leicht das wahre Alter erkannt haben als auf Grund der *Xenoxyla*.

SCHRÖTER hat noch einige andere Hölzer in Beziehung zu seiner »*Larix*» *Johnseni* gesetzt, die tertiären Alters sind. Die Angaben GÖPPERTS über *Pinites ponderosus* (Monographie der foss. Coniferen 1850 p. 216, T. 33, Fig. 1—4) sind mir zu mangelhaft, um Näheres sagen zu können; ob die »grossen Jahresgänge» wirklich Harzgänge sind? Abgebildet wird von GÖPPERT kein Harzgang; die »Eiporen», die seine T. 33 Fig. 3 zeigt, besitzt unser Holz nicht. Die »Harzgänge», die GÖPPERT l. c. T. 31, Fig. 5 von seiner »Art» *Pinites caulopteroïdes* abbildet, tragen zu deutlich den Charakter von Gewebslücken, als dass man über ihre Natur Zweifel hegen könnte. *Pinites Schenkii* KRAUS endlich (Würzburger Naturwiss. Zeitsch. Vol. 5, Heft III u. IV p. 196) hat nach KRAUS sehr zahlreiche, kranzartig gereihte Harzgänge, neben sehr zahlreichen, tangential gereihten Harzzellen. Die »kranzartige Reihung» weist ganz entschieden auf Wundreiz, dessen Wirkungen damals noch nicht recht erkannt waren (ausser bei den ebenfalls auf Verwundung zurückzuführenden »Markflecken», die lange als normale, zufällige Bildungen galten); die sehr zahlreichen, tangential gereihten Harzzellen könnten »abnormes Holzparenchym» sein und weisen ebenfalls auf Wundbildung [Vergl. CONWENTZ, Monographie der baltischen Bernsteinbäume p. 51 ff. (CONWENTZ zitiert gerade *Pinites Schenkii* für das Vorhandensein von abnormalem Holzparenchym) und p. 87 ff.] und äussere Eingriffe; vielleicht handelt es sich um einen »Markfleck».

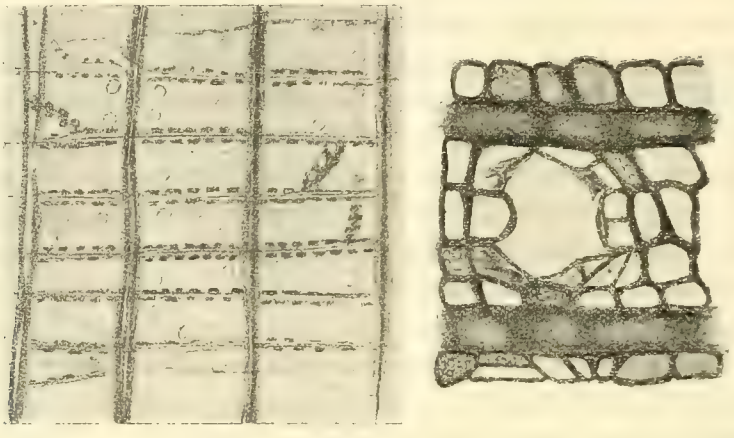
Inwieweit dieses Holz zu dem unserigen in Beziehung steht, lässt sich auf Grund der KRAUS'schen Angaben nicht sagen; Holzparenchym hat es normalerweise nicht, wie es scheint; KRAUS bildet auch die Markstrahlzellen ohne die (ihm allerdings noch unbekannte) Abietineentüpfelung ab; vereinigen wollen kann man unsere Art mit der KRAUS'schen natürlich nicht; auch ist ja das geologische Alter zu verschieden und die sonstigen anatomischen Verhältnisse (Hoftüpfel) ganz anders.

Auch die SCHRÖTER'sche Art kann man nach dem Vorigen nicht zu der vorliegenden ziehen, da insbesondere die Hoftüpfelverhältnisse — wenn man von der Harzgangverteilung einmal ganz absieht — gänzlich verschieden sind, da die Alternanz, die SCHRÖTER von den Hoftüpfeln seines Holzes abbildet, doch gar zu wenig araucarioïden Charakter hat; überhaupt müsste man um eine bestimmtere Ansicht über »*Larix Johnseni*» gewinnen zu können, die Originalschliffe einsehen, was leider aus den vorn angeführten Gründen nicht mehr möglich war. Schon die Hoftüpfelung unseres Holzes ist so eigenartig, dass man sofort erkennt, dass hier ein noch unbeschriebener Typus — eine Abietinee mit z. T. araucarioïder Hoftüpfelung — vorliegt; wegen dieser Hoftüpfelung, die eine Art Übergang zwischen der rein araucarioïden und der heute meist üblichen getrennten und opponierten Hoftüpfelstellung bildet, schlage ich für die Art den Namen *Cedroxylon transiens* vor.

Protopiceoxylon exstinctum nov. gen. et sp.

(Stücke und Schliffe Nr. 1—1 d, 2, 118, 122, 122 a, 124 und 124 a.)

Abietineenholz, normalerweise nur mit vertikalen Harzgängen. Diese im allgemeinen nicht sehr zahlreich (bei Wundreiz aber sehr zahlreich, oft in zusammenhängenden Serien auftretend); bei Wundreiz auch hier und da horizontale, in Markstrahlen verlaufende Harzgänge von ungewöhnlicher Grösse, sich hierdurch schon als Anomalien verratend; sonst durchaus ohne horizontale Harzgänge. Markstrahlen ein-



A B

Fig. 16. *Protopiceoxylon exstinctum.*
A. Radialschliff. Markstrahl mit sehr deutlicher Abietineentüpfelung und Markstrahltüpfelresten. $\frac{2}{1}^0$. Nr. 2.
B. Querschliff; ein Harzgang mit sehr deutlich getüpfeltem Epithel. $\frac{1}{1}^0$. Nr. 124. Gez. Goth.

reihig, Markstrahltüpfel klein, rundlich (sicher behöft gewesen); ca. 2—4 pro Kreuzungsfeld. Holzparenchym fehlend; die letzten Holzzellen des Jahresringes mit deutlichen kleinen Tangentialtüpfeln.

Die vorliegende Art ist unter den untersuchten Hölzern zahlreich vertreten und zwar in teilweise ganz ausgezeichneter Erhaltung. Die Abietineentüpfelung ist mit aller nur wünschenswerten Deutlichkeit wahrzunehmen, wie ich selbst nicht zu erhoffen gewagt hätte. Sie ist sogar schöner zu sehen als bei lebenden Hölzern (Textfigur 16 A) und zwar aus dem Grunde, weil die Zellwände sich durch die dunkelbraune Färbung sehr deutlich herausheben. Wie Textfigur 16 A zeigt, ist sowohl die Höckerung der Markstrahlzellenquerwände (die tangential verlaufen) wie die der radialen Wände ausgezeichnet wahrzunehmen. Es kann daher an der Abietineennatur des Holzes kein Zweifel sein. Wie bei den lebenden Abietineen (ausser gewissen *Pinus*-Arten; vgl. Gothan, Anat. leb. u. foss. Gymnospermenhölzer 1905 p. 60) mit Harzgängen, deren Epithel in analoger Weise wie die Markstrahlen getüpfelt zu sein pflegt, so ist es auch bei dem fossilen Holz; die Tüpfelung des Epithels wie in Textfigur 16 B kann gar nicht schöner zu sehen sein.

Sehr schön sind an diesem Holz die Folgen von Verwundung oder Wundreiz zu studieren. In Figur 2 auf Tafel 1 ist eine Stelle dargestellt, die deutlich sich als »Überwallung» kennzeichnet. In dem überwallenden Holz ist eine grosse Anzahl von Harzgängen gebildet worden, um dem enormen, sich an der Wundstelle äussernden Harzbedürfnis zu genügen. Solche Harzgangsserien finden sich unter ähnlichen Umständen auch sehr gewöhnlich an lebenden Abietineen, auch solchen, die sonst keine Harzgänge besitzen, selbst bei *Sequoia* und Cupressineen (Vergl. JEFFREY, Memoirs Boston Soc. Nat. Hist. 1903. Sequoia pl. 70, Fig. 24 u. a.; 1905. Abietineae pl. 5, Fig. 40 u. a.). Eine andere Harzgangserie zeigt Taf. 1, Figur 3; auch hier ist diese Anhäufung auf Wundreiz zurückzuführen. An demselben Stück, von dem dieser Querschliff stammt, beobachtet man nun auch 2 horizontale Harzgänge, die sich als anomale Bildungen schon durch ihre enorme Grösse verraten (Textfigur 17). Das Auffinden dieser Harzgänge an diesem Stück ist sehr interessant, da der zugehörige Querschliff mit der Harzgangsserie das Vorhandensein von Wundreiz zur Evidenz zeigt. Die Beschaffenheit und Grösse dieser Harzgänge zeigt genau dasselbe wie die von JEFFREY (l. c. 1905 T. 6, Fig. 44) bei *Cedrus Deodara* abgebildeten anomalen Harzgänge. Noch zwei andere Schliffe derselben Art (118 u. 122) zeigen solche anomalen horizontalen Harzgänge (Fig. 17); leider kann man hier auf dem Querschliff keine Harzgangserie oder sonstige Zeichen von Wundreiz beobachten.

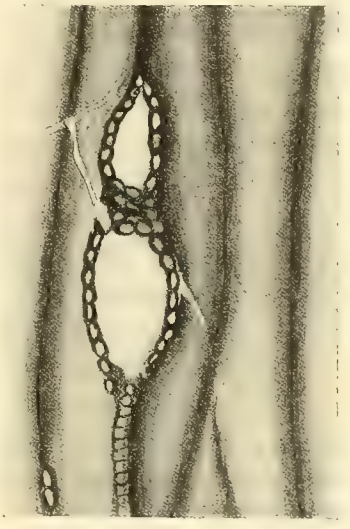


Fig. 17. *Protopiceoxylon exstinctum.* Anomale, auf Wundreiz zurückzuführende horizontale Harzgänge in Markstrahlen. Tangentialschliff. $\frac{150}{1}$. Nr. 122. Gez. GOTH.

Während die Harzganganhäufungen wie Taf. 1, Fig. 2, 3 ohne Zweifel auf Wundholz zurückzuführen sind, gelingt es nicht, alle Harzgänge dieser Hölzer als auf diese Weise entstanden zu erklären. Wir finden auch kein einziges Stück, auf dem sie verschwinden, sondern im gesunden Holz sind sie ebenfalls, wenn auch in geringerer Anzahl vorhanden (Taf. 1, Fig. 4). So sehen wir in Taf. 1, Fig. 3 in den Jahrringen, die von der Harzgangserie entfernt liegen, die Zahl der Harzgänge auf die normale zusammenschrumpfen, wohin sich der Wundreiz hier nicht mehr erstreckt hat, ohne dass indess Harzganglosigkeit eintritt; es sind daher die Harzgänge als wesentliche, ständige Merkmale unseres Holzes anzusehen.

Der Wundreiz kann sich manchmal jahrelang äussern, wie z. B. die Überwallungsstelle Taf. 1, Fig. 3 zeigt, wo eine ganze Anzahl Jahresringe an der Überwallung der Wunde teilnehmen. Auf ein solches Fortdauern von Wundreiz möchte ich die im Vergleich zu den sonstigen Stücken etwas hohe Zahl der Harzgänge in Taf. 1, Fig. 5 zurückführen; im untersten Jahrring erkennt man deutlich eine Harzgangserie, während sie in den nächsten fehlt, die Zahl der Gänge aber etwas höher als sonst bleibt. Die Harzgangserie hängt wohl mit dem Pseudojahresring (Taf. 1, Fig. 5, j) zusammen. Dass wir einen solchen vor uns haben, erkennen wir schon an

der undeutlicheren Begrenzung im Verhältnis zu den übrigen; ferner sehen wir ihn an der Seite links ganz verschwinden, und an dieser Seite schwindet auch die Harzgangserie. Es ist daraus zu entnehmen, dass der Baum eine teilweise Wachstumsstörung durch irgend welche Umstände (Entlaubung oder anderes) erlitten hat, die eine Art Wundreiz auch im Holze auslöste, so dass eine Harzgangserie angelegt wurde. Vielleicht haben Nachwehen dieser Störung noch in den nächsten Jahren in geringem Masse fortbestanden, worauf sich die etwas grössere Zahl der Harzgänge zurückführen liesse. Jedenfalls kann man dieses Holz von den übrigen nicht aus diesem einzigen Grunde spezifisch abtrennen, da die sonstigen Eigentümlichkeiten dieses so charakteristischen Holzes sich ebenfalls an ihm finden.

Quertracheïden habe ich an dem Holze nicht auffinden können, doch mögen eigentümlich schmale, am unteren oder oberen Ende der Markstrahlen auftretende, gewellte Zellen solche darstellen. Hoftüpfel waren an ihnen nicht nachzuweisen; allerdings fehlte die Abietineentüpfelung. Dieser letztere Umstand würde mehr für die Quertracheïdennatur sprechen. Allein ich wage dennoch keine Entscheidung, da einerseits das ausschlaggebende Merkmal, die Hoftüpfel, nicht beobachtet sind, andererseits man Jugendstadien gewöhnlicher Markstrahlzellen vor sich haben kann, und da schliesslich die Abietineentüpfelung an der oberen Wand der obersten Markstrahlzelle (resp. unteren der untersten) öfters etwas verwischt erscheint.

Bei der Bestimmung des Holzes stösst man alsbald auf Schwierigkeiten. Die beiden Gruppen der Abietineen, die wir in holzanatomischer Hinsicht in der rezenten Flora vertreten sehen: 1) ganz harzganglose, 2) harzgangführende mit horizontalen *und* vertikalen Harzgängen, stehen sich schroff und unvermittelt gegenüber. Ein Mittelglied, das etwa blos vertikale, oder blos horizontale Harzgänge hätte, fehlt; das einzig Verbindende ist die Fähigheit der harzganglosen, in Fällen der Not Harzgänge (allermeist vertikale) zu erzeugen. Diese beiden Gruppen werden fossil als *Cedroxylon* Kraus em. einerseits und *Piceoxylon* + *Pinuxylon* Goth. (= *Pityoxylon* Kraus) andererseits bezeichnet. Zu *Cedroxylon* kann das Holz nicht gestellt werden, da es ständige vertikale Harzgänge besitzt. Zu den andern beiden aber ebenfalls nicht, da es keine horizontalen Harzgänge hat. *Wir haben hier ohne Frage einen zwischen beiden Gruppen vermittelnden, jetzt ausgestorbenen Typus vor uns*, der das grösste phylogenetische Interesse beansprucht. Bei ihm sind die vertikalen Harzgänge bereits ständige Merkmale geworden, während sie bei den harzganglosen lediglich als Anpassungsmerkmale auftreten. Horizontale Harzgänge in den Markstrahlen fehlen dagegen noch und werden nur als Anpassungserscheinungen angelegt. Das vorliegende Coniferenholz ist als Primitivtypus unserer modernsten Coniferenhölzer anzusprechen, als welche *Larix* (*Pseudotsuga*), *Picea*, *Pinus* gelten müssen.

Dass die vertikalen Harzgänge besonders dazu praedestiniert erscheinen, zunächst — vor den horizontalen — ständige (Organisations-)Merkmale zu werden, erhellt, wenn man sich erinnert, dass die Tendenz, solche — vorerst als Anpassungsmerkmale — zu bilden, recht alt sein muss. Treffen wir diese doch schon nicht nur bei den einfacher organisierten (harzganglosen) Abietineen, sondern selbst bei dem recht alten Holztypus der Taxodieen und sogar Cupressineen. Vertikale Harzgänge

sind ja auch in Rücksicht darauf, dass die Holzelemente in erster Linie vertikal gestreckt sind, das Zunächstliegende. Die horizontalen Harzgänge stellten sich ein, da das Bedürfnis für ausgiebigere radiäre Leitung des Harzes ebenfalls vorhanden war; und so ist der jetzt lebende Typus der Coniferen mit beiden Arten der Harzgänge dem durch unser Holz dargestellten entschieden überlegen.

Von bisher beschriebenen Hölzern, von denen sich Beziehungen zu unserm vorliegenden aufzeigen lassen, ist zunächst das von KNOWLTON beschriebene *Pinoxylon Dacotense* (20. annual Report Geolog. Survey für 1898/99. Washington 1900. p. 420, T. 179). Auch dieses Holz hat nach KNOWLTON nur vertikale Harzgänge; die Bedeutung dieses Umstandes scheint aber KNOWLTON nicht erkannt zu haben. Leider lässt sich aus seinen Mitteilungen nicht entnehmen, ob die Harzgänge reguläre Bildungen sind oder auf Wundreiz sich zurückführen lassen. Die Abietineentüpfelung hat KNOWLTON ebenfalls gesehen, wie sich aus seinen Worten entnehmen lässt: »They (the medullary rays) are rather thick-walled, the walls being strongly dentate or somewhat irregularly thickened»; seine Abbildungen 3 und 6 l. c. scheinen auf dasselbe zu weisen. Nun hat er aber das Epithel des Harzgangs in Figur 2 ungetüpfelt dargestellt, ebenso sieht man an seiner Figur 1 nichts von der Abietineentüpfelung, die in der Aufsicht als kleine rundliche Löcher der horizontalen Markstrahlzellwände sich zeigt. Dies alles macht es leider für uns unmöglich, die Frage, ob und inwieweit ein mit unsern Hölzern identisches vorliegt oder nicht, zu beantworten.

Die Formation, der das KNOWLTON'sche Holz angehört, ist unsicher; es wird vermutet, dass es dem oberen Jura entstammt, was mit dem Alter unseres Holzes allerdings ungefähr stimmen würde; dennoch kann man wegen der Lücken der KNOWLTON'schen Beschreibung ein definitives Urteil nicht fällen.

Unbegreiflich ist, wie KNOWLTON das Holz mit dem Namen *Pinoxylon* hat belegen können, d. h. *Pinus*holz. Viel grössere Verwandtschaft hat auch sein Holz mit den harzgangführenden Abietineen mit dickem Harzgangepithel, die starke Abietineentüpfelung besitzen, wie *Picea*, *Larix*, *Pseudotsuga*, d. h. *Piceoxylon* GOTHAN. Es wäre bedauerlich, wenn wir den von vornherein zu Missverständnissen führenden KNOWLTON'schen Namen für den neuen Holztypus akzeptieren müssten. Dieser Missgriff KNOWLTONS hatte mir (Anatom. leb. u. foss. Gymnosp.-Hölzer 1905 p. 102) bei der Wahl eines Namens für das wirkliche *Pinus*holz Schwierigkeiten gemacht, für das der Name *Pinoxylon* auf der Hand lag. Weil KNOWLTON diesen in anderem, übrigens unklarem Sinne bereits vergeben hatte, musste ich damals *Pinuxylon* wählen. Durch die unzureichende Beschreibung des *Pinoxylon dacotense* enthebt uns zum Glück der Autor der Notwendigkeit, für den vorliegenden neuen Typus von seinem Namen Gebrauch zu machen; als passenden Gattungsnamen schlage ich *Protopiceoxylon* vor, der nach dem im Vorigen Gesagten ohne Weiteres verständlich ist. Als Artname erscheint *exstinctum* ganz bezeichnend. Es ist zu bedauern, dass man einerseits durch die z. T. mangelhafte Grundlage, auf der das GÖPPERT-KRAUS'sche System der Einteilung der fossilen Coniferenhölzer ruht, andererseits durch die selbst bei einem so charakteristischen Typus wie dem vorliegenden unzureichenden Be-

schreibungen vieler Autoren in die Notwendigkeit versetzt wird, neue Namen dem Ballast der zahllosen — allerdings zu mehr als $^3/_4$ wertlosen — bereits vorhandenen Namen hinzuzufügen. In unserem Fall spricht schon die Tatsache, dass der Autor das von ihm beschriebene Holz *Pinoxylon* nannte, dafür, wie wenig er sich über die wahre Zugehörigkeit klar war.

Die Annahme, dass unser Holz aus der Juraformation (oder höchstens Übergangsschichten zur Kreide) stammt, kommt sehr gut mit den sonstigen Tatsachen der Palaeobotanik, die hier in Frage kommen, überein. *Pinites Ruffordi* Seward (Journ. Linn. Soc. Botany. Vol. XXXII 1895 p. 417—425, T. 2 und 3) aus dem Wealden hat horizontale und vertikale Harzgänge und entspricht also genau dem Bau der *Pinuxyla* oder *Piceoxyla;* es ist das älteste Holz dieser Art.

Pinus Nathorsti Conwentz (Fossile Hölzer Schwedens. Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 24. Nr. 13 1892 p. 13—25, T. I, 1; II, 1—5; III, 1—3; VI, 1—10; VII, 1—4), von der auch Nadeln und Zapfen vorliegen, zeigt ebenfalls analogen Bau. Es ist sicher, dass bei beiden letztgenannten Hölzern die Harzgänge *regulär* vorhanden sind, dass es sich nicht um krankhafte, anomale Bildungen handelt. Diese Möglichkeit ist bei allen Untersuchungen solcher Hölzer ständig in Betracht zu ziehen; denn bei Wundreiz treten, wie schon oben bemerkt, Harzgänge auch bei sonst harzganglosen auf.

Über die Art der Beblätterung unseres Holzes sich in Vermutungen nach einer bestimmten Richtung zu ergehen, erscheint wenig fruchtbar. Indessen sei darauf hingewiesen, dass Nathorst (Zur fossilen Flora der Polarländer. Mesozoïsche Flora Spitzbergens 1897 p. 39 ff., T. 5 u. 6 und Fossil plants from Franz Josef Land 1899 p. 17—20, pl. II) eine grosse Anzahl von *Pinus*-Nadeln sehr ähnlicher Reste (und auch Zapfen und Samen) von Spitzbergen und Franz-Josephs-Land abbildet und dass Seward aus dem Wealden Englands etwas Ähnliches als *Pinites Solmsi* beschrieben hat (Wealden Flora. II. 1895 T. XVIII und XIX). Wenn diese Nadeln wie bei unseren *Pinus*-Arten in Kurztrieben zusammengesessen haben, so dürften solche schwerlich zu unserem Holz gehört haben, denn in diesem Falle müsste man wohl auch die anatomische Beschaffenheit einer echten *Pinus*-Art vor sich haben, wenigstens müsste dies nach den rezenten Verhältnissen durchaus verlangt werden. Dass früher etwa die Verhältnisse in dieser Beziehung anders gelegen haben, hat man solange keinen Grund anzunehmen, als nicht hierfür strikte Anzeichen vorhanden sind.

Incertae sedis (karbonatisierte Hölzer).

a) Nr. 16.

Die Erhaltung dieses Holzes ist sehr schlecht, so dass man auf eine Bestimmung verzichten muss. Es lässt sich über die Struktur nur aussagen, dass Harzgänge fehlen (oberflächlich solchen ähnelnde Gebilde des Querschnitts [Taf. 1, fig. 6] sind Gewebslücken), und dass allem Anschein nach Harzparenchym vorhanden ist.

Jahresringe sind deutlich und eigentümlich unduliert, was mit der stellenweise starken Verschrumpfung des Frühholzes zusammenhängt; da die Spätholzzellen diese nicht mitgemacht haben, kamen die Knickungen der Jahresringe zuwege (Taf. 1, Fig. 6). Die Markstrahlen sind einreihig und nicht hoch; über Fehlen oder Vorhandensein der Abietineentüpfelung ist nichts mehr auszumachen. Ebenso ist es mit der Form der Markstrahltüpfel, während die Hoftüpfel stellenweise noch ziemlich deutlich sichtbar sind. Es leuchtet ein, dass aus diesen geringen Daten nur zu entnehmen ist, dass es sich um eine harzgangführende Abietinee nicht handeln kann. Eine Entscheidung unter dem grossen Rest der harzganglosen Coniferenhölzer zu treffen, ist aber unmöglich; das Harzparenchym gibt auch keinen Anhalt.

Die Zellen des Holzes, das offensichtlich sehr reich an Brauneisen ist, sind zum grossen Teil eigentümlich deformiert; im Radialschnitt sieht man eigentümliche »Fäden» von Brauneisen (es wird sich wohl um dieses Mineral handeln) schräg oder gerade, oft geknickt und »verzweigt» in den Zellen verlaufen; zugleich erscheinen die Vertikalwände der Zellen (bei den Markstrahlen die Horizontalwände) geknickt und sehr deformiert, was zuweilen zu gänzlichem Verlust der früheren Struktur führt. Vielleicht sind diese Strukturänderungen auf eine sekundäre Umkrystallisierung zurückzuführen. Unter gekreuzten Nicols bemerkt man, dass das Holz aus lauter ziemlich kleinen Krystallen verschiedener Orientierung besteht. Bei den rein oder vorherrschend verkieselten Hölzern bemerkt man im polarisierten Licht ebenfalls sehr deutliche krystallinische Struktur, ohne dass indess die Holzzellstruktur dadurch sichtbar gelitten hätte. Vielleicht handelt es sich also hier um eine sekundäre Umkrystallisierung. Ein Gleiches ist vielleicht bei dem folgenden der Fall.

b) Nr. 34.

Dieses Holz ist so schlecht erhalten, dass an eine Bestimmung gar nicht gedacht werden kann. Es besass keine Harzgänge, das ist alles, was man sagen kann. Interesse gewährt es nur durch die Art seiner Erhaltung. Es ist stark deformiert und aus lauter kleinen Krystallen zusammengesetzt, die aus Brauneisen oder eher noch Spateisenstein bestehen mögen. Unter gekreuzten Nicols erweisen sich diese Krystalle, wohl Rhomboëder, als regellos orientiert, und man gewinnt den Eindruck, dass das Holz eine sekundäre Umkrystallisation erfahren hat. Es mag ursprünglich aus Schwefelkies bestanden haben; bei der Umkrystallisation und Umwandlung dieses Minerals zu Brauneisen oder Spateisenstein ($FeCO_3$) findet eine Volumänderung statt, die zu der Zelldeformation geführt haben mag.

Das Holz gewährt einen Anblick, der sich dem der gewöhnlichen in Kalk, Brauneisen oder Spateisenstein versteinten Jurahölzer (p. 5) sehr annähert. Da in diesen Schichten eine Schwefelkiesausscheidung sehr gewöhnlich ist, so ist die Annahme, dass das Holz primär in diesem versteinert war, nicht unwahrscheinlich; Schwefelkieshölzer oder teilweise in solchem versteinte sind im Jura häufiger.

Die Jahresringe sind bei diesem und den folgenden schwächer abgesetzt als bei den verkieselten, worüber ich p. 39 das Nötige bemerkt habe, jedoch kommt der Eindruck des schwachen Absatzes z. T. auf Rechnung der Strukturdeformation.

Zusammenfassung und Schlussbetrachtungen.

Aus den vorhergehenden Untersuchungen erhellt, dass die fossilen Hölzer von König-Karls-Land ein aussergewöhnliches Interesse beanspruchen. Sie umfassen sechs Arten, die zu fünf verschiedenen Gattungen gehören, und zwar:

Phyllocladoxylon sp.
Xenoxylon phyllocladoides GOTHAN.
Cupressinoxylon cf. McGeei KNOWLTON.
Cedroxylon cedroïdes n. sp.
» *transiens* n. sp.
Protopiceoxylon exstinctum n. gen. et sp.

und dazu noch ein paar nicht bestimmbare Arten. Aus der Juraformation ist zwar eine grosse Anzahl Hölzer gesammelt und beschrieben worden, doch zeigen diese — fast durchweg karbonatisierten — Hölzer gemeinhin eine wenig gute Erhaltung. Die Basalteruptionen, die zur oberen Jurazeit oder im Beginn der Kreidezeit in König-Karls-Land stattgehabt haben, gaben für unsere Hölzer Kieselsäure als Versteinerungsmaterial her, und dieser Stoff hat die Hölzer in ausgezeichneter Erhaltung versteinert, so dass unerhofft schöne Resultate aus der Untersuchung sich ergaben. Wir begegnen Typen, die bisher weder fossil noch rezent bekannt waren und die zugleich Mitteltypen zwischen rezenten Koniferenhölzern darstellen, deren — phylogenetisch zu fordernde — Mittelglieder ausgestorben sind. Hierhin gehört *Protopiceoxylon exstinctum* G., das zwischen dem in der rezenten Flora dem *Piceoxylon-Pinuxylon*-Typus ohne Übergang gegenüberstehenden *Cedroxylon*-Typus die Brücke schlägt. Ein solcher Primärtypus ist auch *Cedroxylon transiens*, das einerseits deutlich zeigt, dass die heute bei den Koniferen vorherrschende Hoftüpfelverteilung aus der (früher allein vorhandenen) araucarioïden hervorgegangen ist und in sich unverkennbar araucarioïde und abietineenartige Charaktere vereinigt.

Grosses Interesse beanspruchen auch die *Xenoxyla*, die in unserem Material in grosser Zahl — aber nur in einer Art — vertreten sind: *Xenoxylon phyllocladoïdes*. Sie waren für die Altersbestimmung der Hölzer ausschlaggebend und erweisen sich auch hier wieder als weitverbreitete Leitfossilien der Juraformation, wie das bei der Artbeschreibung näher dargelegt ist. Leider kann man sich über die Hingehörigkeit dieses Typus, von dem bisher 2 Arten bekannt geworden sind, nur vermutungsweise äussern; doch kann soviel gesagt werden, dass die Bestimmungen der anderen Art dieser «Gattung»: *Xen. latiporosum* CRAMER sp. als *Pinites*, *Araucarioxylon*, *Cedroxylon* völlig verfehlt sind, indem es sich in der Tat um einen völlig isolierten Typus handelt, dem wir in der rezenten Flora keine befriedigenden Analoga an die Seite stellen können; die besten Vergleichsobjekte sind noch ohne Zweifel »eiporige» Taxaceen.

Die übrigen Hölzer sind von geringerem Interesse; in *Cedroxylon cedroïdes* haben wir schon ein Holz vom *Cedrus*-Typus (Abietinee mit Holzparenchym). Bei Bestimmung der Abietineenhölzer wurde als ausschlaggebend die Abietineentüpfelung (vergl. p. 23, 29) benutzt, da die alten Diagnostika sich als trügerisch und oft ganz irreführend herausgestellt haben. Diese sehr wichtige Tüpfelung zeigt unser Material in kaum zu übertreffender Schönheit, weit auffälliger selbst als die rezenten Hölzer, wegen der dunkeln Färbung der Zellenwände. Merkwürdig ist, dass unter der grossen Zahl der fossilen Hölzer von König-Karls-Land Araucarieenhölzer (*Dadoxylon*) vollständig fehlen, während solche in weiter südlich gelegenen Bezirken (Yorkshire, Deutschland, Frankreich, Russisch-Polen, Sibirien [Altaï]) stets vorhanden sind. Es scheint mir das bei dem sehr reichlichen Material von König-Karls-Land nicht als Zufall gedeutet werden zu dürfen. Schon früher (Naturwiss. Wochenschrift 1904. Nr. 58 p. 910 u. Zur Anatomie lebender u. foss. Gymnospermenhölzer. 1905 p. 89) hatte ich darauf hingewiesen, dass im Tertiär keine Araucarieenhölzer bei uns mehr vorkommen, und dies durch den Rückzug dieser Gewächse in wärmere Klimate gedeutet. Es fragt sich, ob hier nicht eine ähnliche Annahme am Platze ist. Die ausserordentlich scharfe Begrenzung der Jahresringe an unsern Hölzern lässt auf eine sehr fühlbare Klima-Periodizität schliessen; die Jahresringe sind ebenso scharf wie bei uns im Tertiär (Miocän). Nimmt man an, dass der Pol zu der Zeit, wo unsere Bäume auf König-Karls-Land wuchsen (an einen weiten Transport vor der Versteinerung kann man bei der vorzüglichen Erhaltung der Gewebe nicht denken), eine ähnliche Lage gehabt habe wie jetzt, so würde damals dort oben ein erheblich kälteres Klima geherrscht haben als weiter südlich. Und so erscheint die Annahme nicht von der Hand zu weisen, dass ein kälteres Klima die Araucarieen zu dieser Periode von dort vertrieben habe in südlichere Gegenden, wo sie unter den fossilen Hölzern — deren Jahresringe hier auch nicht so krass sind wie die der Hölzer von König-Karls-Land — nie vermisst werden. Die Abietineen scheinen andererseits schon damals gemässigte Klimate aufgesucht zu haben, worauf die überwiegende Individuenzahl der Abietineenhölzer unseres Materials hinweist.

Indess ist auch eine andere Annahme zunächst nicht ausgeschlossen, nämlich die, dass die Hölzer von König-Karls-Land auf höheren Bergen wuchsen, wo ja eine stärkere Klimaperiodizität herrscht als in der Ebene derselben geographischen Breite; wir müssten dann annehmen, dass uns von den Hölzern der Ebene, überhaupt tieferer Regionen von dort nichts aufbewahrt worden ist. Doch erscheint mir diese Annahme darum nicht akzeptabel, weil die verhältnismässig wenig gestört scheinenden Juraablagerungen der dortigen Gegend nicht auf das Vorhandensein höherer Gebirge hindeuten; beträchtlich hohe Gebirge müssten wir aber für unsern 2. Fall annehmen, da auf niedrigeren Höhen die Vegetationsverhältnisse mehr oder weniger denen der Ebene gleich sind. So ist denn die Annahme sehr wahrscheinlich, dass um die Zeit, wo die Bäume, denen unsere Hölzer angehören, dort wuchsen, Araucarieen wegen der starken Periodizität des Klimas fehlten.

Von ganz besonderem Interesse ist unser Material dadurch, dass es die geologisch ältesten Holzreste enhält, deren Abietineennatur sicher gestellt ist.

Am Schlusse möchte ich noch auf eine von JEFFREY vor einigen Jahren aufgestellte Hypothese über die Phylogenie der Abietineen und Taxodieen (Cupressineen) eingehen (JEFFREY, E. C., The comparative anatomy and phylogeny of the Coniferales. Part I. The Genus Sequoia. Mem. Bost. Nat. Hist. Vol. 5. Nr. 10, p. 441—460, T. 68—71 mit 32 Figuren. Boston 1903). JEFFREY hatte im ersten Jahresring kräftiger junger Sprosse von *Sequoia gigantea* Harzgänge gefunden wie sonst bei *Pinus*, *Picea* im Holz vorkommen. Ebenso enthält nach ihm die Zapfenachse von *S. gigantea* Harzgänge; im normalen Holz bildet die Art nur bei Wundreiz zuweilen Harzgänge. *Sequoia sempervirens* dagegen zeigt nur in dem letztgenannten Falle (Wundholz) Harzgänge, im ersten Jahresring und in der Zapfenachse nicht. In einer 1905 erschienenen Arbeit (The Comparative Anatomy etc. Part II. The Abietineae. Boston 1905) setzt der Autor seine Studien fort; er fand hier bei gewöhnlich harzganglosen Abietineen (*Abies*, *Cedrus*, *Tsuga*, *Pseudolarix*) Harzgänge in der Zapfenachse und im ersten Jahresring zapfentragender Zweige; im Übrigen bilden diese Hölzer nur bei Wundreiz Harzgänge, und zwar für gewöhnlich nur vertikale, hin und wieder auch wenige horizontale, in den Markstrahlen verlaufende, die sich durch hervorragende Grösse von den sonst bei normalerweise Harzgänge führenden Abietineen (*Pinus*, *Picea* etc.) vorhandenen auszeichnen. Diese durch Wundreiz hervorgerufenen Verhältnisse finden sich ja auch an unseren fossilen Hölzern von König-Karls-Land trefflich illustriert (p. 33 ff.).

Unter Hinweis auf die Tatsache nun, dass alte Charaktere besonders an den Organen der fertilen Sprosse, desgleichen bei den Keimlingen sich erhalten, hält JEFFREY die Harzgänge bei *Sequoia* und den harzganglosen Abietineen (in der Zapfenachse) für Atavismen. Er betrachtet also die Abietineen, und zwar konkordant seiner Annahme die normalerweise harzgangführenden als das Primäre, also als älter als Taxodieen und Cupressineen. Diese Annahme erscheint mir unhaltbar. Zwar erscheint das Vorhandensein von Harzgängen bei *Sequoia* und *Abies*, *Cedrus* etc. unter den genannten Bedingungen verlockend, es als Atavismus zu deuten, jedoch gibt es für diese Erscheinung eine andere, passendere Erklärung. Fragen wir uns zunächst, was denn die Harzgänge eigentlich sind und wozu das Harz den Bäumen dient. Man weiss, dass die Bäume in diesem Mittel ein Schutzmittel besitzen, das zugleich, indem es verletzte Stellen vor weiterer Zerstörung schützt, eine Heilung ermöglicht. Das sind ja allgemein anerkannte Tatsachen. Die Bäume des Palaeozoïkums besitzen gar keine Harzgänge; diese sind später hinzuerworbene Charaktere, die zugleich eine grössere Vervollkommung und Komplizierung des Koniferenholzbaues darstellen. Bei Beschreibung des *Protopiceoxylon exstinctum* habe ich grade auf Grund unseres Materiales von König-Karls-Land zeigen können, wie die Harzgänge bei einfacher gebauten Hölzern zunächst als Anpassungsmerkmale, dann — und zwar gilt dies zunächst von den vertikalen Harzgängen — als ständige Merkmale auftreten, wie bei *Protopiceoxylon exstinctum;* dieses entbehrt aber noch der horizontalen Harzgänge, die nur erst anomaler Weise gebildet werden, während bei rezenten Hölzern mit Harzgängen im Holz beide Harzgangarten stets kombiniert vorkommen. Was soll man aus dem Vorhandensein eines ausgestorbenen Typus wie *Protopiceoxy-*

lon exstinctum anderes schliessen, als dass die horizontalen Harzgänge ebenfalls später hinzuerworbene Charaktere sind? (Das älteste Holz mit beiden Arten von Harzgängen stammt aus dem Wealden.) Durch seine Hypothese wird JEFFREY dazu gedrängt, die einfacher gebauten Typen wie Cupressineen, Taxodieen und die harzganglosen Abietineen als aus dem komplizierter gebauten *Pinus-*, *Picea-* etc. Holztypus hervorgegangen zu erklären. Somit kommt er auch zu der Ansicht — der wohl niemand beipflichten kann —, dass die Quertracheïden auf den Aussterbeetat gesetzt seien! Es kann niemandem zweifelhaft sein, dass die kompliziertest gebauten Abietineen von heute mit horizontalen und vertikalen Harzgängen die jüngsten Typen sind, und dass die bei diesen Typen fast allein vorkommenden Quertracheïden ebenfalls eine spätere Errungenschaft darstellen.

Die Tatsache, dass, wie JEFFREY fand, in den Zapfenachsen und dem ersten Jahresring zapfentragender Zweige Harzgänge angelegt werden, lässt sich ohne die schiefe Annahme eines Atavismus leicht erklären. Die Organe, die diese Zweige tragen, sind in besonders hohem Grade des Schutzes bedürftig, da von den Samen des Zapfens die Existens der Art abhängt; und dass sie im ersten Jahresring angelegt wurden, ist ebenfalls nicht schwer verständlich, da in diesem zarten Alter die Sprosse besonders empfindlich sind. Das, was später dem ganzen Holze zum Vorteil gereicht, wird zunächst an besonders gefährdeten und zu schützenden Stellen angelegt. So bleibt in dieser Beleuchtung die Entwickelung der Gymnospermenhölzer eine natürliche, vom Einfachen zum Komplizierten fortschreitende, während JEFFREYS Voraussetzung das Umgekehrte erfordert.

Tafelerklärung.

Tafel 1.

Fig. 1. *Cedroxylon transiens.* Querschliff mit einem anomalen Harzgang (h). Ca. $\frac{1}{1}^2$. Nr. 89. Nach Photographie.

» 2. *Protopiceoxylon exstinctum.* Querschliff, eine überwallte Wundstelle zeigend. Infolge des Wundreizes sind in dem überwallenden Holz zahlreiche Harzgangserien ausgebildet. Ca. $\frac{1}{1}^2$. Nr. 1 d. Nach Photographie.

» 3. *Protopiceoxylon exstinctum.* Harzgangserie (L) als Folge von Wundreiz. Ca. $\frac{1}{1}^2$. Nr. 124. Nach Photographie.

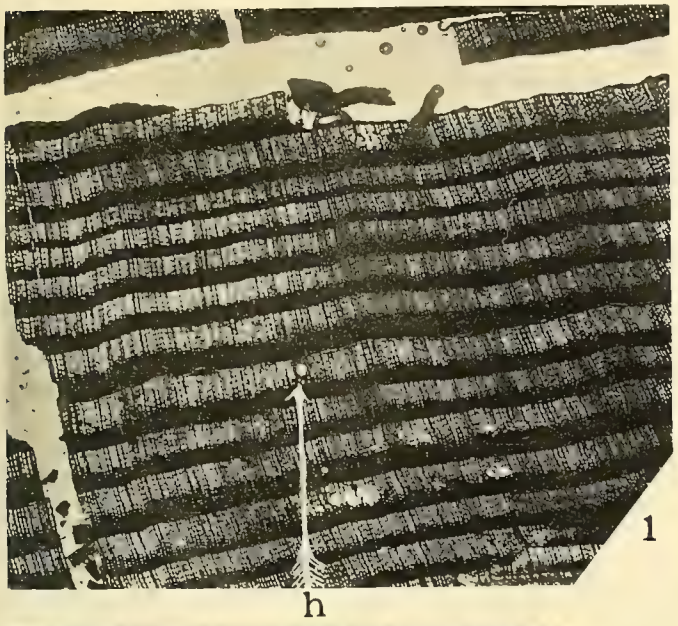
» 4. *Protopiceoxylon exstinctum.* Querschliff durch gesundes Holz mit Harzgängen. Ca. $\frac{1}{1}^2$. Nr. 122.

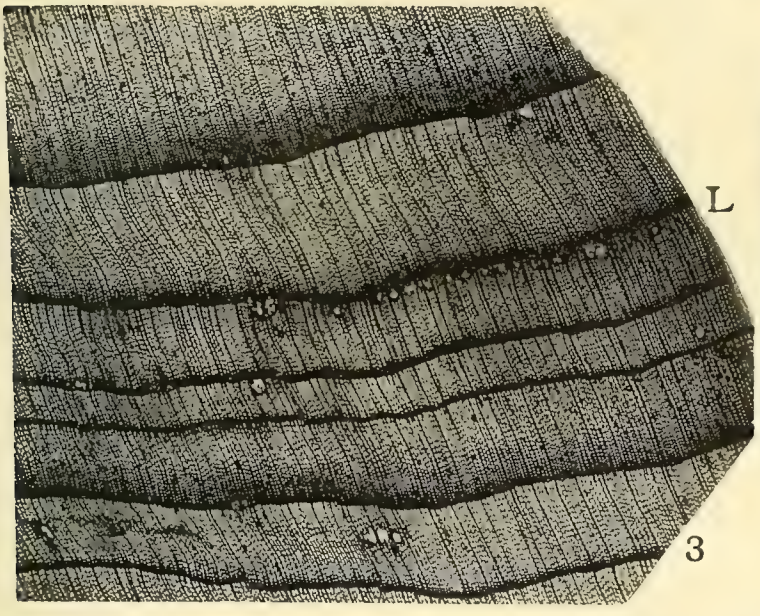
» 5. *Protopiceoxylon exstinctum.* Querschliff. Normales Holz mit etwas zahlreicheren Harzgängen wie Figur 4. Bei j Pseudojahresring mit Harzgangserie rechts; beides nach links allmählich verschwindend. Ca. $\frac{5}{1}$. Nr. 99.

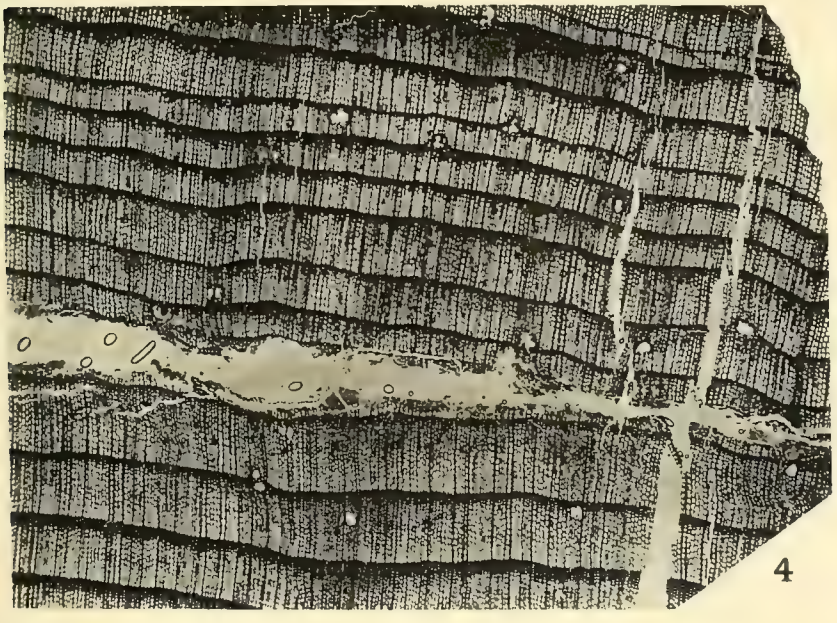
» 6. Querschliff eines nicht näher bestimmbaren Koniferenholzes mit »geknickten» Jahresringen und zwei harzgangähnlichen Gewebslücken. Ca. $\frac{1}{1}^2$. Nr. 16.

Tryckt den 31 december 1907.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.







Phot. Gothan.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

Uppsala 1907. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B

12.277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 11.

FÖRNYADE KOMPARATIONER

EMELLAN

SVERIGES METERPROTOTYP

OCH

NÅGRA STATENS INSTITUTIONER TILLHÖRIGA

HUFVUDLIKARE OCH NORMALMÅTT

AF

EDV. JÄDERIN

MEDDELAD DEN 18 NOVEMBER 1907 AF K. ÅNGSTRÖM OCH Å. G. EKSTRAND

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 11.

FÖRNYADE KOMPARATIONER

EMELLAN

SVERIGES METERPROTOTYP

OCH

NÅGRA STATENS INSTITUTIONER TILLHÖRIGA

HUFVUDLIKARE OCH NORMALMÅTT

AF

EDV. JÄDERIN

MEDDELAD DEN 18 NOVEMBER 1907 AF K. ÅNGSTRÖM OCH Å. G. EKSTRAND

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

Jämlikt bestämmelsen uti § 5 mom. 2 af k. kungörelsen af den 26 Juni 1890 (Svensk författningssamling 1890, n:r 38) »angående förvaring och användande af de i nådiga förordningen om mått och vikt den 9 Oktober 1885 omförmälda prototyper och hufvudlikare»[1] utfördes år 1894 jämförelser emellan Sveriges meterprototyp och den till K. Finansdepartementets kontroll- och justeringsbyrå hörande hufvudlikaren, hvarjämte vid samma tillfälle äfvenledes jämfördes med dessa båda och med hvarandra två andra normalmetrar, den ena tillhörig K. Vetenskapsakademiens fysiska institution och den andra K. Tekniska högskolans geodetiska samling.[2]

Jämförelsen emellan prototypen och hufvudlikaren skall enligt nyss citerade § af 1890 års k. kungörelse förnyas hvart tionde år eller oftare, om anledning därtill gifves, och har jag för den skull under år 1904 på uppdrag af chefen för kontroll- och justeringsbyrån ånyo utfört en sådan bestämning, därvid biträdd af Kontrollören, numera Kontrolldirektören K.-A. Wallroth. Vid detta tillfälle förnyades äfven jämförelserna med de båda andra nyss nämnda normalmetrarna, hufvudsakligen af det skäl, att det vore af intresse att vinna ökad erfarenhet om de förändringar, normalmått af här ifrågavarande beskaffenhet i allmänhet kunna vara underkastade, detta så mycket hellre, som den ena af normalmetrarna, den K. Vetenskapsakademien tillhöriga, hvilken är af alldeles samma konstruktion som kontrollbyråns hufvudlikare, varit — utom året 1894 — underkastad komparationer äfven åren 1879, 1880 och 1887, det sistnämnda året vid internationella byrån för mått och vikt i Breteuil.

De året 1904 utförda jämförelser, för hvilka jag nu går att redogöra, omfatta sålunda komparationer emellan prototypen och samma likare och normalmått som jämfördes år 1894, nämligen:

1 . . . meterprototypen n:r 29, här betecknad P,
2 . . . K. Vetenskapsakademiens normalmeter D,[3]
3 . . . Kontroll- och justeringsbyråns hufvudlikare E,
4 . . . Tekniska högskolans normalmeter, här betecknad W,

---

[1] Svensk författningssamling 1885 n:r 62.

[2] Se Vetenskapsakademiens handlingar, bandet 27, n:o 6. När i det följande denna skrift citeras, benämnes den korteligen K.

[3] Se beträffande metern D förut anförda k. förordning af 9 Oktober 1885, § 50.

och hänvisas, beträffande beskrifning af dessa, till förut anförda uppsats K sid. 4 samt till de såsom bilagor till densamma införda certifikaten från internationella byrån i Breteuil.

Sedan prototypen den 21 December 1904 blifvit framtagen ur det genom k. kungörelsen af 26 Juni 1890 § 1 såsom förvaringsställe bestämda brandfria hvalfvet, utfördes under de närmaste dagarna komparationer emellan å ena sidan prototypen och å andra sidan hvar och en af de tre normalmetrarna, hvarefter prototypen den 28 December åter inlades i hvalfvet, allt under iakttagande af de i nyssnämnda k. kungörelse §§ 3 och 4 gifna bestämmelserna. Först därefter begynte komparationerna emellan de tre normalmetrarna. Dessa arbeten afslutades inom kalenderåret, hvarefter ännu återstodo några kompletterande arbeten såsom termometerundersökningar m. m.

Komparationerna ha utförts i samma lokal inom vetenskapsakademiens fysiska institution (K. sid. 4) och med samma hjälpmedel som år 1894, sålunda med WREDES komparator (K. sid. 5 och följ.) och med samma till denna hörande mikroskop n:r 1 och n:r 2 som förut blefvo använda. Anordningen af komparationerna var densamma som förut, hvarför här icke erfordras beskrifning af densamma. Här använda beteckningar för likarnas streck och intervall m. m. äro desamma som förut.

Mikroskopen

ha under mellantiden (1894 till 1904) icke varit använda, och som de icke afsiktligt underkastats någon förändring och varit omsorgsfullt förvarade, har jag ansett mig med skäl kunna antaga, att deras *periodiska* och *progressiva fel* varit oförändrade (se K. sid. 15 och 18).

Bestämningar af mikroskopens *skrufvärden* ha erhållits dels genom särskildt för ändamålet utförda iakttagelser, dels såsom biprodukt ur komparationerna själfva vid de tillfällen, då två af strecken å prototypen eller å någon af likarna blifvit inställda. Resultaten af dessa bestämningar angifvas här nedan, och äro mikroskopafläsningarna redan korrigerade för periodiska och progressiva fel.

Mikr. 1.

Dag	Etalon	Intervall	Antal observ.	Temp.	Skrufvärde
1904 Dec. 23	P.	2 . . . 3	4	+ 14°	$2028''{,}68 : 20{,}298 = 99''{,}94$
» 27	P	6 . . . 5	2	+ 15,5	1996 ,88 : 19,981 = 99 ,94
		och 5 . . . 4	2		
» 31	E	0 0,0002	2		
		0,0002 . . . 0,0004	2		
		0,0004 . . . 0,0006	2	+ 13	1001 ,35 : 10,024 = 99 ,90
		0,0006 . . . 0,0008	2		
		0,0008 . . . 0,001	2		
					Medeltal $99''{.}93$

Mikr. 2.

Dag	Etalon	Intervall	Antal observ.	Temp.	Skrufvärde
1904 Dec. 23 . . .	P	2 . . . 3	4	+ 14°	$2028^{u},68 : 20,350 = 99^{u},69$
» 27 . . .	P	3 . . . 2	2	+ 15,5	2017 ,08 : 20,181 = 99 ,95
		och 2 . . . 1	2		
» 31 . . .	D	0 0,0002	2		
		0,0002 . . . 0,0004	2		
		0,0004 . . . 0,0006	2	+ 13	1001 ,95 : 10,051 = 99 ,69
		0,0006 . . . 0,0008	2		
		0,0008 . . . 0,001	2		
					Medeltal $99^{u},79$

Intervallens metriska värden äro här ofvan korrigerade för temperatur (jämf. sid. 6 och 7).

Någon med tiden pågående förändring af skrufvärdet kan icke skönjas. Medeltalen, som äro bildade genom att gifva värdena för Dec. 31 half vikt, antagas gällande för hela observationstiden.

På grund häraf upprättas nu följande korrektionstabeller för mikroskopen, innehållande jämte korrektionerna för det periodiska och för det progressiva felet (se för mikr. 1 K sid. 15 och för mikr. 2 K sid. 18) äfven korrektionen för skrufvärdena (»tara»).

Totalkorrektion för mikroskopen 1904 Dec.

Mikr. 1.

v	4^{r}	5^{r}	6^{r}	7^{r}	8^{r}	9^{r}	10^{r}	11^{r}	12^{r}	13^{r}	14^{r}	15^{r}	v
^{r},00	+ $0^{u},4$	+ $0^{u},4$	+ $0^{u},3$	+ $0^{u},2$	+ $0^{u},1$	+ $0^{u},1$	$0^{u},0$	− $0^{u},1$	− $0^{u},1$	− $0^{u},2$	− $0^{u},3$	− $0^{u},4$	^{r},00
,05	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	0,0	,05
,10	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,3	,10
,15	+ 1,1	+ 1,0	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	,15
,20	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	,20
,25	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,1	0,0	0,0	− 0,1	− 0,2	− 0,3	,25
,30	0,0	0,0	− 0,1	− 0,2	− 0,2	− 0,3	− 0,4	− 0,4	− 0,5	− 0,6	− 0,7	− 0,7	,30
,35	− 0,3	− 0,4	− 0,4	− 0,5	− 0,6	− 0,7	− 0,8	− 0,8	− 0,9	− 1,0	− 1,0	− 1,1	,35
,40	− 0,5	− 0,6	− 0,6	− 0,7	− 0,8	− 0,8	− 0,9	− 1,0	− 1,0	− 1,1	− 1,2	− 1,3	,40
,45	− 0,4	− 0,4	− 0,5	− 0,6	− 0,7	− 0,7	− 0,8	− 0,9	− 0,9	− 1,0	− 1,1	− 1,1	,45
,50	0,0	− 0,1	− 0,2	− 0,2	− 0,3	− 0,4	− 0,4	− 0,5	− 0,6	− 0,7	− 0,8	− 0,8	,50
,55	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	0,0	− 0,1	− 0,1	− 0,2	− 0,3	− 0,3	,55
,60	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	0,0	,60
,65	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	,65
,70	+ 1,0	+ 0,9	+ 0,8	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,2	,70

v	4^r	5^r	6^r	7^r	8^r	9^r	10^r	11^r	12^r	13^r	14^r	15^r	v
^{r},75	+ 0^μ,7	+ 0^μ,6	+ 0^μ,6	+ 0^μ,5	+ 0^μ,4	+ 0^μ,4	+ 0^μ,3	+ 0^μ,2	+ 0^μ,1	+ 0^μ,1	0^μ,0	— 0^μ,1	^{r},75
,80	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	0,0	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,3	— 0,4	,80
,85	+ 0,1	0,0	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,4	— 0,4	— 0,5	— 0,6	— 0,6	— 0,7	,85
,90	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,3	— 0,3	— 0,4	— 0,5	— 0,5	— 0,6	— 0,7	— 0,8	— 0,8	,90
,95	— 0,1	0.0	— 0,1	— 0,2	— 0,2	— 0,3	— 0,4	— 0,4	— 0,5	— 0,6	— 0,6	— 0,7	,95

Exempel.

Afläsning å mikroskoptrumman, mikr. 1 . . 14,374
Korrektion enl. tabellen . . . . . — 11
Korrigerad afläsning 14,363

Mikr. 2.

v	4^r	5^r	6^r	7^r	8^r	9^r	10^r	11^r	12^r	13^r	14^r	15^r	v
^{r},00	— 0^μ,9	— 0^μ,5	— 0^μ,1	+ 0^μ,1	+ 0^μ,2	+ 0^μ,1	0^μ,0	— 0^μ,3	— 0^μ,7	— 1^μ,2	— 1^μ,8	— 2^μ,6	^{r},00
,05	— 0,8	— 0,3	0,0	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,1	— 0,2	— 0,6	— 1,1	— 1,7	— 2,5	,05
,10	— 0,7	— 0,2	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,2	— 0,1	— 0,5	— 1,0	— 1,7	— 2,4	,10
,15	— 0,6	— 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,3	— 0,1	— 0,5	— 1,0	— 1,6	— 2,4	,15
,20	— 0,5	— 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,2	0,0	— 0,5	— 1,0	— 1,7	— 2,4	,20
,25	— 0,5	— 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,2	— 0,1	— 0,5	— 1,0	— 1,7	— 2,5	,25
,30	— 0,5	— 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,2	— 0,1	— 0,5	— 1,1	— 1,7	— 2,5	,30
,35	— 0,5	— 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,2	— 0,1	— 0,6	— 1,1	— 1,8	— 2,6	,35
,40	— 0,5	— 0,1	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,1	— 0,2	— 0,6	— 1,2	— 1,9	— 2,7	,40
,45	— 0,5	— 0,1	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,2	0,0	— 0,3	— 0,7	— 1,3	— 2,0	— 2,8	,45
,50	— 0,6	— 0,2	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,1	— 0,1	— 0,4	— 0,8	— 1,4	— 2,1	— 2,9	,50
,55	— 0,7	— 0,3	— 0,1	+ 0,1	+ 0.1	0,0	— 0,2	— 0,5	— 1,0	— 1,6	— 2,3	— 3,1	,55
,60	— 0,8	— 0,4	— 0,2	0,0	0,0	— 0,1	— 0,3	— 0,7	— 1,1	— 1,7	— 2,4	— 3,2	,60
,65	— 0,9	— 0,5	— 0,3	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,5	— 0,8	— 1,3	— 1,9	— 2,6	— 3,4	,65
,70	— 1,0	— 0,6	— 0,4	— 0,2	— 0,2	— 0,3	— 0,6	— 0,9	— 1,4	— 2,0	— 2,7	— 3,5	,70
,75	— 1,0	— 0,6	— 0,4	— 0,3	— 0,3	— 0,4	— 0,6	— 1,0	— 1,5	— 2,1	— 2,8	— 3,6	,75
,80	— 1,0	— 0,6	— 0,4	— 0,3	— 0,3	— 0,4	— 0,6	— 1,0	— 1,5	— 2,1	— 2,8	— 3,7	,80
,85	— 0,9	— 0,5	— 0,3	— 0,2	— 0,2	— 0,3	— 0,6	— 1,0	— 1,5	— 2,1	— 2,8	— 3,6	,85
,90	— 0,7	— 0,4	— 0,2	— 0,1	— 0,1	— 0,2	— 0,5	— 0,9	— 1,4	— 2,0	— 2,7	— 3,6	,90
,95	— 0,6	— 0,3	0,0	+ 0,1	0,0	— 0,1	— 0,4	— 0,8	— 1,3	— 1,9	— 2,6	— 3,5	,95

För reduktionen af såväl observationerna å skrufvärden här ofvan som af själfva komparationerna har man behof af att känna det metriska värdet af vissa intervall på etalonerna. Vid komparationerna har endast ett sådant intervall kommit i användning, nämligen intervallet 2 . . . 3 å prototypen, och har man enligt certifikatet (se K., bilaga 1) omedelbart

P, intervall 2 . . . 3 vid 0° . . . 507^μ,1,

hvarjämte man kan härleda för samma intervall vid + 23° värdet 507^μ,2.

För de å öfriga etaloner vid reduktionen af skrufvärdena förekommande intervallen (se ofvan sid. 2 och 3) hänvisas

för D till K, bilaga 2,
» E » » , sid. 47,
» W » » , sid. 46.

Termometrarna.

Etalonerna D och E äro, enhvar af dem, såsom vid föregående tillfälle blifvit beskrifvet, försedda med 2 stycken infällda termometrar, benämnda respektive D_1 och D_2 samt E_1 och E_2. För de förra äro korrektioner bestämda år 1887 i Breteuil af statsrådet Broch (se K. sid. 84) och för de senare af mig år 1894 (se K. sid. 37). Nu erfordrades sålunda blott att utröna den eventuella förändringen uti fryspunktskorrektionen, bestämd dels direkt i ren snö eller i krossad smältande is och dels indirekt genom komparationer i vattenbad (se nedan) med de båda prototypen åtföljande Tonnelot-termometrarna 4317 och 4319.

Till prototypen ha af skäl som vid föregående observationstillfälle anfördes dessa två Tonnelot-termometrar ej direkt användts, utan i stället samma båda U-formiga till den Sterneck'ska pendelapparaten hörande termometrar, som förut användes (se K. sid. 23) och som då förseddes med märkena A och B. Dessa termometrar, hvilka 1899 och följande år användes vid pendelapparaten för observationer å Spetsbergen under den svensk-ryska gradmätningsexpeditionen, försågos då, af förbiseende, med nya märken, respektive P 10 och P 11, så att A var identisk med P 10 och B med P 11. Emellertid befanns det, efter expeditionens hemkomst, att termometern B (P 11) var sönder, och försågs den därför i December 1904 af instrumentmakare Söderberg med nytt kapillär-rör och med ny gradering af skalan. Som emellertid den förra reservoaren bibehållits, har man nu icke att befara någon hastig fryspunktsförändring under den närmaste tiden. I öfrigt måste dock termometern B betraktas som en helt ny termometer.

Som kalibrering af termometrarna A och B svårligen låter sig utföra, har — såsom för 10 år sedan — undersökningen af dem inskränkts till fryspunktsundersökning på vanligt sätt och till upprepade komparationer i vattenbad med Tonnelot-termometrarna vid ungefär samma temperaturgrad som den vid etalonernas komparationer vanliga.

Till etalonen W användes år 1894 tre stycken termometrar af Söderberg, benämnda X, Y, Z, af hvilka dock sedan 2 gått förlorade. I stället för dessa tre termometrar har därför nu användts en enda termometer, af samma typ som termometrarna A och B, men med en cylindrisk reservoar af 4^{mm} diameter och icke mindre än $0^{m},91$ i längd, medan termometern i sin helhet är $0^{m},96$ lång. Lagd utmed etalonen W angifver därför denna termometer den temperatur, som i medeltal är rådande för hela den längd, utefter hvilken reservoaren räcker, och ersätter sålunda väl de tre förut använda termometrarna. Etalonen och termometern voro under komparatio-

nerna omlindade med gemensamt vaddtäcke, försedt med hål på behöfliga ställen. Termometern tillverkades år 1894 af meteorologiske instrumentmakaren L. SÖDERBERG, är märkt vid de höga gradtalens ända Celsius. *L. Söderberg* och vid den andra ändan *N:o 1 1894*, benämnes här »stora Söderbergska termometern n:r 1» samt betecknas St. S. 1. Skalan är graderad på fluss i tiondedels grader från — 1°,5 till + 44°,5. Som en grad upptager $17^{mm},288$ och en tiondedels grad sålunda $1^{mm},73$, kunna afläsningar göras med full säkerhet inom 0°,01. Afläsningarna ha gjorts genom lupp samt för undvikande af parallax alltid på sådant sätt att graderingsstrecken å skalan, sedda tvärs igenom kapillärröret, vid ändan af kvicksilfverpelaren visat sig rätliniga och icke genom ljusbrytning böjda. Termometern användes alltid i horisontellt läge, men kan dock resas i upprätt ställning, utan att kvicksilfret stiger upp i kapillärrörets öfre del, till följd nämligeu af där inpumpad kväfgas. En utblåsning vid rörets öfre ända skyddar emot sprängning vid hög temperatur.

Kalibrering af stora Söderbergska termometern n:r 1.

Den säregna konstruktionen af denna termometer tillåter icke kalibrering på vanligt sätt, ty — utom det att man, genom de skakningar som skulle erfordras för att förflytta en kvicksilfverpelare till bestämd plats eller, ännu mera, för att afskilja en sådan af bestämd längd, sannolikt skulle riskera att fördärfva termometern — skulle den i rörets öfre del inpumpade gasen t. o. m. hindra sådana kvicksilfverkolonner att lösgöra sig. Då det sålunda varit nödvändigt att tillämpa ett delvis nytt förfaringssätt för ändamålet, kan det äga något intresse, att jag här lämnar en någorlunda utförlig beskrifning af tillvägagångssättet vid kalibreringen.

Kapillärröret afskars 1894 Mars 16 vid halsen till reservoaren och vid öfversta spetsen samt var således härmed öppet i båda ändar. Kvicksilfverpelare af bestämd längd kunde nu utan svårighet införas i och efter behag flyttas inom röret. Den därmed vidtagande kalibreringen kunde emellertid ej lämpligen direkt hänföras till termometerns skala, utan användes därtill — för att erhålla större skärpa — en till kontroll- och justeringsbyrån hörande messingsmeter, märkt $_1{}^{\star\ \star}_{\text{METER}}$ och benämnd A 2 samt bifogad ett utlåtande att »delningen befunnits god». Denna meterskala anses i det följande vara felfri. Röret försågs med 9 stycken små tvärsgående ritsar, gjorda med diamant och afsedda att vara på inbördes afstånd af 1 decimeter. Afsikten med dessa märken var att göra det möjligt att kunna hänföra kaliberkorrektionerna till bestämda gradstreck på termometerskalan. Märkena (ritsarna) benämnas i det följande n:r 0 (nederst, nära reservoaren), n:r 1, 2, ... 7, 8 (nära utblåsningen vid rörets öfre ända). Deras med metern A 2 1905 Sept. 5 bestämda afstånd från märket 1 och de gradtal på skalan, mot hvilka de efter rörets fastsättande befunnits svara, äro följande:

Märke	Afstånd från märket 1	Gradtal	Märke	Afstånd från märket 1	Gradtal
n:r 0	...	(— 3°.547)	n:r 5	400^{mm},18	+ 25°,390
1	0^{mm},00	+ 2,237	6	500,18	31,167
2	99,91	8,013	7	600,03	36,938
3	200,00	13,813	8	700,03	42,722
4	300,11	19,600			

Märkena äro emellertid tämligen grofva och tillåta därför ej fullt säkra bestämningar i afseende å läget. Detta förhållande är dock utan menlig inverkan, ty som det redan blifvit sagdt, märkena hafva blott orienterande betydelse.

Kvicksilfverkolonner af resp. 1, 2, 3 . . . 7 decimeters längd (approx.) fördes genom röret för att iakttaga variationerna uti rörets kapacitet emellan märkena. Därvid placerades kolonnen symmetriskt emellan två märken, så att den nådde med sina ändar lika mycket utanför eller innanför dessa bägge märken, och dess längd bestämdes med hjälp af samma messingsmeter A 2 som nyss blifvit omnämnd. Härigenom kunna kaliberfelen vid märkena bestämmas i metriskt mått samt, om termometerns skala vore fullkomligt likformigt delad, genom multiplikation med en viss konstant faktor, sedan förvandlas till delar af grader å skalan och slutligen hänföras till bestämda gradstreck på densamma genom ofvan meddelade orienterande uppgifter om märkenas belägenhet.

Ju *kortare* en kvicksilfverkolonn vid någon viss inställning emellan märkena befunnits vara, desto *större* är rörets kapacitet och desto större skillnaden i kaliberkorrektion vid öfre och vid nedre märket.

Observationerna, som utfördes 1894 Mars 16, gåfvo som medeltal af två observationsserier följande resultat:

(*a*)

Kolonnens nedre ända vid märket	Kvicksilfverkolonnens längd						
	100^{mm}	200^{mm}	300^{mm}	400^{mm}	500^{mm}	600^{mm}	700^{mm}
n:r 0	$a_1 = +0^{mm},85$	$b_1 = +5^{mm},3$	$c_1 = +4^{mm},0$	$d_1 = +1^{mm},35$	$e_1 = +0^{mm},55$	$f_1 = +1^{mm},45$	$g_1 = -4^{mm},2$
1	$a_2 = -0,55$	$b_2 = +0,7$	$c_2 = -1,2$	$d_2 = -1,825$	$e_2 = -1,45$	$f_2 = -0,55$	$g_2 = -5.5$
2	$a_3 = -3,4$	$b_3 = -2,8$	$c_3 = -2,775$	$d_3 = -2,525$	$e_3 = -2,45$	$f_3 = -0,525$	
3	$a_4 = -3,8$	$b_4 = -1,4$	$c_4 = -0,8$	$d_4 = -0,5$	$e_4 = +0,425$		
4	$a_5 = -1,9$	$b_5 = +0,9$	$c_5 = +1,775$	$d_5 = +2,95$			
5	$a_6 = -1,4$	$b_6 = +1,65$	$c_6 = +3,475$				
6	$a_7 = -1,2$	$b_7 = +2,3$					
7	$a_8 = -0,55$						

Kvicksilfverkolonnens längd är 100^{mm} + motsvarande värde å *a*, resp. 200^{mm} + motsv. värde å *b* o. s. v.

Efter det dessa observationer blifvit afslutade, infördes 1894 Mars 17 äfven en kvicksilfverpelare af approx. 50^{mm} längd för att bestämma kaliberfelen vid midtpunkterna emellan på hvarandra följande märken, men dessa sist nämnda observationer komma för bestämningen af kaliberfelen invid märkena till användning endast så till

vida som de tjäna att bestämma behöfliga värden å φ på sätt som af det följande framgår. De gåfvo till resultat kolonnens längd:

b

Emellan märkena		Emellan märkena	
0 och 0,5	$50^{mm} + 2^{mm},3$	4,5 och 5	$50^{mm} + 0^{mm},75$
0,5 » 1	+ 1,5	5 » 5,5	+ 0,5
1 » 1,5	+ 1,35	5,5 » 6	+ 0,65
1,5 » 2	+ 0,8	6 » 6,5	+ 0,65
2 » 2,5	0,0	6,5 » 7	+ 0,8
2,5 » 3	— 0,85	7 » 7,5	+ 0,75
3 » 3,5	— 0,95	7,5 » 8	+ 1,2
3,5 » 4	— 0,45	8 » 8,5	+ 1,8
4 » 4,5	0,0		

För beräkning af kaliberfelen har jag följt den uti *Travaux et mémoires du Bureau International des Poids et Mesures*, delen V, sid. 4 och följ. gifna metoden[1] med den utvidgning af densamma som innehålles å sid. 61 och följ. Med där använda beteckningar har man sista (öfversta) märkets nummer $n = 8$, antalet märken $= n + 1 = 9$, kaliberkorrektionen vid märket $0 \ldots x_1$

» » $1 \ldots x_2$ o. s. v.

och » » $8 \ldots x_9$.

Då vid kalibrering af ett kapillärrör korrektionerna i regel blifva mycket stora i förhållande till de vid en vanlig endast medelmåttigt väl graderad skala förekommande, är det ofta nödvändigt att först göra en provisorisk uträkning af kaliberfelen för att vid den definitiva kunna fästa vederbörligt afseende vid de korrektioner som bero däraf, att kvicksilfverkolonnen vid observationerna med sina ändar räcker så långt utanför eller innanför de gradstreck eller de märken, emellan hvilka man afsett att inställa densamma, att de kaliberfel, som strängt taget böra komma i räkning äro — icke de till märkena hörande felen — utan de som motsvara de ställen å skalan, dit kolonnen räcker.

Tillvägagångssättet vid den provisoriska uträkningen torde ej erfordra förklaring, då senare den definitiva räkningen blir fullständigt framlagd.

Den provisoriska beräkningens resultat blef, med antagande att $x_1 = x_9 = 0$:

Vid märket	Kaliberkorr.	φ	Vid märket	Kaliberkorr.	φ
0	$x_1 = 0^{mm},000$		4,5	$x_{5,5} = + 1^{mm},413$	
0,5	$x_{1,5} = - 1,623$	— 0,0325	5	$x_6 = + 1,320$	— 0,0019
1	$x_2 = - 2,446$	— 0,0165	5,5	$x_{6,5} = + 1,328$	+ 0,0002
1,5	$x_{2,5} = - 3,260$	— 0,0163	6	$x_7 = + 1,187$	— 0,0028
2	$x_3 = - 3,523$	— 0,0053	6,5	$x_{7,5} = + 1,168$	— 0,0004
2,5	$x_{3,5} = - 3,014$	+ 0,0102	7	$x_8 = + 0,999$	— 0,0034
3	$x_4 = - 1,656$	+ 0,0272	7,5	$x_{8,5} = + 0,725$	— 0,0055
3,5	$x_{4,5} = - 0,200$	+ 0,0291	8	$x_9 = 0,000$	— 0,0145
4	$x_5 = + 0,757$	+ 0,0191	8,5	$x_{9,5} = - 1,237$	— 0,0247
		+ 0,0131			

[1] Införd af P. A. Hansen år 1874 och vidare bearbetad af Marek i Wien, Benoit i Breteuil och Broch i Kristiania.

Med $x_{1,5}$, $x_{2,5}$ ... afses naturligen kaliberkorrektionerna vid midtpunkterna emellan närbelägna streck 0 och 1, 1 och 2 o. s. v. Uttrycket »märket» 0,5, 1,5 etc. betecknar således midtpunkterna emellan märkena 0 och 1, 1 och 2 etc.

De här utsatta värdena å φ äro, som lätt synes, helt enkelt $^1/_{50}$ af x-värdets förändring från ett argument till det nästa, alltså variationen i x per millimeter å skalan, samt antages svara emot midten emellan argumenten. Genom enkel interpolation fullständigas sedan tabellvärdena å φ som följer.

Märke	φ	Märke	φ	Märke	φ	Märke	φ
0	(— 0,0325)	2,25	+ 0,0102	4,5	+ 0,0056	6,5	— 0,0019
0,25	— 0,0325	2,5	+ 0,0187	4,75	— 0,0019	6,75	— 0,0034
0,5	— 0,0245	2,75	+ 0,0272	5	— 0,0009	7	— 0,0044
0,75	— 0,0165	3	+ 0,0281	5,25	+ 0,0002	7,25	— 0,0055
1	— 0,0164	3,25	+ 0,0291	5,5	— 0,0013	7,5	— 0,0100
1,25	— 0,0163	3,5	+ 0,0241	5,75	— 0,0028	7,75	— 0,0145
1,5	— 0,0108	3,75	+ 0,0191	6	— 0,0016	8	— 0,0196
1,75	— 0,0053	4	+ 0,0161	6,25	— 0,0004	8,25	— 0,0247
2	+ 0,0025	4,25	+ 0,0131			8,5	(— 0,0247)

De värden å φ, som svara mot märkena 0 och 8,5, ha ej kunnat direkt bestämmas. Då jag ansett en extrapolation vara äfventyrlig, har jag antagit dessa värden lika med de mot märkena 0,25, resp. 8,25 svarande värdena å φ.

Då någon viss kvicksilfverkolonn inställes emellan två märken i—1 och k—1, vid hvilka kaliberkorrektionerna äro x_i och x_k, räcker dess öfre ända ett stycke Δk millimeter öfver det öfre och dess nedra ända ett stycke Δi millim. öfver det nedre märket.

Är afståndet mellan märkena afsedt att vara M millimeter (jämna hundratal millimeter), så är kolonnens med skalan A 2 uppmätta längd =

$$M + (\Delta k - \Delta i) = M + a_1 \text{ (resp. } + a_2, a_3, \ldots b_1, b_2 \ldots).$$

Kolonnens korrigerade (normala) längd är

1) $$L = M + a_1 + x_{k + \Delta k} - x_{i + \Delta i}.$$

Sätter man

$$x_{k + \Delta k} = x_k + \Delta k \varphi_k$$
$$x_{i + \Delta i} = x_i + \Delta i \varphi_i,$$

så är

2) $$L = M + [a_1 + \Delta k \varphi_k - \Delta i \varphi_i] + x_k - x_i.$$

Man kan således i kalkylen införa i ekv. 1 kaliberkorrektionerna x_k och x_i i stället för respektive $x_{k + \Delta k}$ och $x_{i + \Delta i}$, om man utbyter (enl. ekv. 2)

$$a'_1 = a_1 + \Delta k \varphi_k - \Delta i \varphi_i$$

emot a_1 (och på motsvarande sätt a'_2 emot a_2..., vidare b'_1 emot b_1, b'_2 emot b_2 o. s. v.).

Men som kolonnen alltid är *symmetriskt* inställd emellan märkena, har man

$$\Delta i = -\Delta k,$$

och då

$$\Delta k - \Delta i = a_1,$$

så är ock

$$\Delta k = \frac{1}{2} a_1$$

$$\Delta i = -\frac{1}{2} a_1$$

och

$$a'_1 = a_1 \left[1 + \frac{\varphi_k + \varphi_i}{2} \right].$$

För att nu kunna öfvergå till den definitiva räkningen har man sålunda att efter denna grund och med användning af ofvan gifva värden å φ korrigera värdena a_1, a_2, $a_3 \ldots b_1$, b_2 etc. i systemet (*a*) å sid. 7. På detta sätt ha följande förbättrade värden erhållits:

Tabell I. Observationerna, korrigerade.

Kolonnens nedra ända vid märket	Kvicksilfverkolonnens längd						
	100mm	200mm	300mm	400mm	500mm	600mm	700mm
n:r 0	$a_1 = +0^{mm},829$	$b_1 = +5^{mm},220$	$c_1 = +3^{mm},991$	$d_1 = +1^{mm},339$	$e_1 = +0^{mm},541$	$f_1 = +1^{mm},425$	$g_1 = -4^{mm},123$
1	$a_2 = -0,546$	$b_2 = +0,704$	$c_2 = -1,200$	$d_2 = -1,809$	$e_2 = -1,437$	$f_2 = -0,544$	$g_2 = -5,401$
2	$a_3 = -3,452$	$b_3 = -2,826$	$c_3 = -2,777$	$d_3 = -2,526$	$e_3 = -2,448$	$f_3 = -0,521$	
3	$a_4 = -3,884$	$b_4 = -1,419$	$c_4 = -0,811$	$d_4 = -0,506$	$e_4 = +0,427$		
4	$a_5 = -1,914$	$b_5 = +0,907$	$c_5 = +1,785$	$d_5 = +2,945$			
5	$a_6 = -1,398$	$b_6 = +1,646$	$c_6 = +3,440$				
6	$a_7 = -1,196$	$b_7 = +2,276$					
7	$a_8 = -0,543$						

Här har, till förenkling (liksom i det följande) skrifvits a_1, a_2 etc. i stället för a'_1, a'_2 etc.

Med dessa förbättrade värden skall nu den definitiva räkningen utföras.

Hvar och en af de afskiljda kvicksilfverkolonnerna af resp. 1, 2, ... 7 decimeters ungefärlig längd har vid sin förflyttning längs röret och inställning emellan olika par af märken städse konstant volym, nämligen V_1 resp. V_2, $V_3 \ldots V_7$. Är kapillärrörets medelgenomskärningsarea μ (medeltal taget emellan de två ställen på röret, där kaliberkorrektionerna komma att antagas vara noll, sålunda μ lika med rörets volym emellan dessa båda märken, dividerad med deras inbördes afstånd), så äro kvicksilfverkolonnernas normala längder respektive

$$L_1 = \frac{V_1}{\mu}, \quad L_2 = \frac{V_2}{\mu} \text{ o. s. v.}$$

Dessa längder antagas, i nära öfverensstämmelse med beteckningarna i Travaux et mémoires, vara

$$L_1 = 100^{mm} + \lambda_8,\ L_2 = 200^{mm} + \lambda_7 \ldots L_7 = 700^{mm} + \lambda_2.$$

Är emellertid, vid placering af kolonnen L_1 emellan märkena 0 och 1, rörets medelgenomskärningsarea $= \mu(1 + \alpha_1)$, emellan märkena 1 och 2 $= \mu(1 + \alpha_2)$ o. s. v. samt vid placering af kolonnen L_2 emellan märkena 0 och 2 arean $= \mu(1 + \beta_1)$, emellan 1 och 3 $= \mu(1 + \beta_2)$ o. s. v., så blifva längderna resp.

$$\frac{V_1}{\mu(1+\alpha_1)} = L_1 \cdot \frac{1}{1+\alpha_1},\ \frac{V_1}{\mu(1+\alpha_2)} = L_1 \cdot \frac{1}{1+\alpha_2} \ldots,$$

$$\frac{V_2}{\mu(1+\beta_1)} = L_2 \cdot \frac{1}{1+\beta_1},\ \frac{V_1}{\mu(1+\beta_2)} = L_2 \cdot \frac{1}{1+\beta_2} \ldots$$

o. s. v.

Men om man, såsom i systemet *a*) sid. 7 eller i tabell I sid. 10 blifvit gjordt, sätter de observerade längderna för de resp. kolonnerna

emellan märkena 0 och 1 lika med $100^{mm} + a_1$
1 » 2 » » » $+ a_2$
2 » 3 » » » $+ a_3$
o. s. v.
0 och 2 » » $200^{mm} + b_1$
1 » 3 » » » $+ b_2$
o. s. v.,

så får man följande villkorsekvationer:

$$L_1 \cdot \frac{1}{1+\alpha_1} - 100^{mm} + \lambda_8 + x_2 - x_1 = 100^{mm} + a_1$$

$$L_1 \cdot \frac{1}{1+\alpha_2} - 100 + \lambda_8 + x_3 - x_2 = 100 + a_2$$

$$L_1 \cdot \frac{1}{1+\alpha_3} = 100 + \lambda_8 + x_4 - x_3 = 100 + a_3$$

o. s. v.

$$L_2 \cdot \frac{1}{1+\beta_1} = 200^{mm} + \lambda_7 + x_3 - x_1 = 200^{mm} + b_1$$

$$L_2 \cdot \frac{1}{1+\beta_2} = 200 + \lambda_7 + x_4 - x_2 = 200 + b_2$$

o. s. v.

och slutligen

$$L_7 \cdot \frac{1}{1+\eta_1} = 700^{mm} + \lambda_2 + x_8 - x_1 = 700^{mm} + g_1$$

$$L_7 \cdot \frac{1}{1+\eta_2} = 700 \quad + \lambda_2 + x_9 - x_2 = 700 \quad + g_2,$$

Antager man därjämte (pro forma) att en kvicksilfverkolonn af ungefär 8 decimeters längd blifvit inpassad emellan märkena 0 och 8, så att

$$L_8 = 800^{mm} + \lambda_1 + x_9 - x_1 = 800^{mm} + h_1$$

så blir antalet korrektioner $2n + 1 = 17$, nämligen de 8 korrektionerna $\lambda_8 \ \lambda_7 \ldots \lambda_1$ och de 9 korrektionerna $x_1, x_2 \ldots x_9$, medan antalet villkorsekvationer är $n\frac{(n+1)}{2} = 36$. Af de 17 korrektionerna äro likväl 3 redan bekanta eller antagna = 0, nämligen λ_1, x_1 och x_9, hvarför de obekantas antal är $2(n-1) = 14$.

Uträkningen af korrektionerna ter sig nu, efter i Travaux et Mémoires gifvet räkneformulär och med där begagnade beteckningar, på följande sätt, då för sammanhangets skull den å sid. 10 anförda tabell I på nytt införes:

Tabell 1. Observationerna, korrigerade.

Kvicksilfverkolonnens nedra gräns	Kvicksilfverkolonner af ungef. längden						
	100mm	200mm	300mm	400mm	500mm	600mm	700mm
Märket 0	$a_1 = +0^{mm},829$	$b_1 = +5^{mm},220$	$c_1 = +3^{mm},991$	$d_1 = +1^{mm},339$	$e_1 = +0^{mm},541$	$f_1 = +1^{mm},425$	$g_1 = -4^{mm},123$
1	$a_2 = -0,546$	$b_2 = +0,704$	$c_2 = -1,200$	$d_2 = -1,809$	$e_2 = -1,437$	$f_2 = -0,544$	$g_2 = -5,401$
2	$a_3 = -3,452$	$b_3 = -2,826$	$c_3 = -2,777$	$d_3 = -2,526$	$e_3 = -2,448$	$f_3 = -0,521$	
3	$a_4 = -3,884$	$b_4 = -1,419$	$c_4 = -0,811$	$d_4 = -0,506$	$e_4 = +0,427$		
4	$a_5 = -1,914$	$b_5 = +0,907$	$c_5 = +1,785$	$d_5 = +2,945$			
5	$a_6 = -1,398$	$b_6 = +1,646$	$c_6 = +3,440$				
6	$a_7 = -1,196$	$b_7 = +2,276$					
7	$a_8 = -0,543$						
	$s_8 = -12,104$	$s_7 = +6,508$	$s_6 = +4,428$	$s_5 = -0,557$	$s_4 = -2,917$	$s_3 = +0,360$	$s_2 = -9,524$
	$\frac{2}{8} \cdot s_8 = -3,026$	$\frac{2}{7} \cdot s_7 = +1,859$	$\frac{2}{6} \cdot s_6 = +1,476$	$\frac{2}{5} \cdot s_5 = -0,223$	$\frac{2}{4} \cdot s_4 = -1,459$	$\frac{2}{3} \cdot s_3 = +0,240$	$\frac{2}{2} \cdot s_2 = -9,524$
		$\frac{2}{2} \cdot s_2 = -9,524$	$\frac{2}{3} \cdot s_8 = +0,240$	$\frac{2}{4} \cdot s_4 = -1,459$			
	$\Sigma_8 = -3,026$	$\Sigma_7 = -7,665$	$\Sigma_6 = +1,716$	$(\Sigma_5 = -1,682)$			
	$\lambda_1 = 0$	$x_1 = 0$	$x_9 = 0$	$P_9 = Q_9 = 0$			

Tabell II.

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
$a_1 = +0{,}829$	$a_2 = -0{,}546$	$a_3 = -3{,}452$	$a_4 = -3{,}884$	$a_5 = -1{,}914$	$a_6 = -1{,}398$	$a_7 = -1{,}196$	$a_8 = -0{,}543$	
$b_1 = +5{,}220$	$b_2 = +0{,}704$	$b_3 = -2{,}826$	$b_4 = -1{,}419$	$b_5 = +0{,}907$	$b_6 = +1{,}646$	$b_7 = +2{,}276$	$-g_1 = +4{,}123$	$-g_2 = +5{,}401$
$c_1 = +3{,}991$	$c_2 = -1{,}200$	$c_3 = -2{,}777$	$c_4 = -0{,}811$	$c_5 = +1{,}785$	$c_6 = +3{,}440$	$-f_1 = -1{,}425$	$-f_2 = +0{,}544$	$-f_3 = +0{,}521$
$d_1 = +1{,}339$	$d_2 = -1{,}809$	$d_3 = -2{,}526$	$d_4 = -0{,}506$	$d_5 = +2{,}945$	$-e_1 = -0{,}541$	$-e_2 = +1{,}437$	$-e_3 = +2{,}448$	$-e_4 = -0{,}427$
$e_1 = +0{,}541$	$e_2 = -1{,}437$	$e_3 = -2{,}448$	$e_4 = +0{,}427$	$-d_1 = -1{,}339$	$-d_2 = +1{,}809$	$-d_3 = +2{,}526$	$-d_4 = +0{,}506$	$-d_5 = -2{,}945$
$f_1 = +1{,}425$	$f_2 = -0{,}544$	$f_3 = -0{,}521$	$-c_1 = -3{,}991$	$-c_2 = +1{,}200$	$-c_3 = +2{,}777$	$-c_4 = +0{,}811$	$-c_5 = +1{,}785$	$-c_6 = -3{,}440$
$g_1 = -4{,}123$	$g_2 = -5{,}401$	$-b_1 = -5{,}220$	$-b_2 = -0{,}704$	$-b_3 = +2{,}826$	$-b_4 = +1{,}419$	$-b_5 = -0{,}907$	$-b_6 = -1{,}646$	$-b_7 = -2{,}276$
	$-a_1 = -0{,}829$	$-a_2 = +0{,}546$	$-a_3 = +3{,}452$	$-a_4 = +3{,}884$	$-a_5 = +1{,}914$	$-a_6 = +1{,}398$	$-a_7 = +1{,}196$	$-a_8 = +0{,}543$
$+9{,}222$	$-11{,}062$	$-19{,}224$	$-7{,}436$	$+10{,}294$	$+11{,}066$	$+4{,}920$	$+4{,}843$	$-2{,}623$
$= t_1$	$= t_2$	$= t_3$	$= t_4$	$= t_5$	$= t_6$	$= t_7$	$= t_8$	$= t_9$

Kontroll:

$4\,t_1$	$+3\,t_2$	$+2\,t_3$	$+t_4$		$-t_6$	$-2\,t_7$	$-3\,t_8$	$-4\,t_9$
								$= -67{,}125$
	$7\,s_2$	$+6\,s_3$	$+5\,s_4$	$+4\,s_5$	$+3\,s_6$	$+2\,s_7$	$+s_8$	$= -67{,}125$

$\Sigma\, t = 0{,}000$

Beräkning af S och P.

Beteckningar. Formler.

$S_9 = t_9 + t_1$ $\quad 9\,P_9 = S_9 + 2\,X$ $\quad P_9 = 0$

$S_8 = t_8 + t_2$ $\quad 9\,P_8 = S_8 + 2\,X$ $\quad 2\,X = 9\,P_9 - S_9 = 0 - S_9$

$S_7 = t_7 + t_3$ $\quad 9\,P_7 = S_7 + 2\,X$ $\quad 2\,X = -6{,}599$

$S_6 = t_6 + t_4$ $\quad 9\,P_6 = S_6 + 2\,X$

$S_5 = t_5 + t_5$ $\quad 9\,P_5 = S_5 + 2\,X$

$S_9 = +6{,}599$; $\quad S_8 = -6{,}219$; $\quad S_7 = -14{,}304$; $\quad S_6 = +3{,}630$; $\quad S_5 = +20{,}588$

$9\,P_9 = 0{,}000$; $\quad 9\,P_8 = -12{,}818$; $\quad 9\,P_7 = -20{,}903$; $\quad 9\,P_6 = -2{,}969$; $\quad 9\,P_5 = +13{,}989$

$P_9 = 0{,}0000$; $\quad P_8 = -1{,}4242$; $\quad P_7 = -2{,}3226$; $\quad P_6 = -0{,}3299$; $\quad P_5 = +1{,}5543$

Kontroll.

$$P_9 + P_8 + P_7 + P_6 + \tfrac{1}{2}\,P_5 = -3{,}29945$$

$$X = -3{,}2995$$

Beräkning af D och R.

Beteckningar.

$D_9 = t_9 - t_1$ $\quad R_8 = \frac{1}{9}\,(D_8 - D_9 - \Sigma_8)$

$D_8 = t_8 - t_2$ $\quad R_7 = \frac{1}{9}\,(D_7 - D_8 - \Sigma_7)$

$D_7 = t_7 - t_3$ $\quad R_6 = \frac{1}{9}\,(D_6 - D_7 - \Sigma_6)$

$D_6 = t_6 - t_4$

$$D_9 = -11{,}845; \quad D_8 = +15{,}905; \quad D_7 = +24{,}144; \quad D_6 = +18{,}502$$
$$-D_9 = +11{,}845 \quad -D_8 = -15{,}905 \quad -D_7 = -24{,}144$$
$$-\Sigma_8 = +3{,}026 \quad -\Sigma_7 = +7{,}665 \quad -\Sigma_6 = -1{,}716$$
$$R_8 = +3{,}4196 \quad R_7 = +1{,}7671 \quad R_6 = -0{,}8176$$

Beräkning af Q.

$(Q_9 = 0)$	$Q_9 = 0$	$Q_9 = x_9 - x_1$
$Q_8 = R_8 + Q_9 - \frac{2}{1.8} Q_9$	$Q_8 = +3{,}4196$	$Q_8 = x_8 - x_2$
$Q_7 = R_7 + Q_8 - \frac{2}{2.7}(Q_9 + Q_8)$	$Q_7 = +4{,}6982$	$Q_7 = x_7 - x_3$
$Q_6 = R_6 + Q_7 - \frac{2}{3.6}(Q_9 + Q_8 + Q_7)$	$Q_6 = +2{,}9786$	$Q_6 = x_6 - x_4$

Beräkning af x.

Indexar	P	Q	P + Q	P − Q		
9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	$x_9 = 0{,}0000$	$x_1 = 0{,}0000$
8	−1,4242	+3,4196	+1,9954	−4,8438	$x_8 = +0{,}9977$	$x_2 = -2{,}4219$
7	−2,3226	+4,6982	+2,3756	−7,0208	$x_7 = +1{,}1878$	$x_3 = -3{,}5104$
6	−0,3299	+2,9786	+2,6487	−3,3087	$x_6 = +1{,}3244$	$x_4 = -1{,}6544$
5	+1,5543		+1,5543		$x_5 = +0{,}7772$	

Kontroll.

$\Sigma x = -3{,}2997$ $\qquad \frac{1}{2}(9P_9 - S_9) = -3{,}2995$

$P_9 = x_9 + x_1$
$P_8 = x_8 + x_2$
$P_7 = x_7 + x_3$
$P_6 = x_6 + x_4$
$P_5 = x_5 + x_5$

Sedan på detta sätt kaliberkorrektionerna x vid decimetermärkena blifvit funna, sökas, på sätt som här icke erfordrar beskrifning, med hjälp af systemet (*b*) å sid. 8 äfvenledes kaliberkorrektionerna vid midtpunkterna emellan märkena.

Korrektionerna äro nu funna i metriskt mått. För att sedan erhålla dem i grader å termometerns skala har man (se sid. 15) att multiplicera med 0,05784. Å sid. 7 äro angifna de gradtal å skalan som blifvit direkt aflästa vid märkena, hvarigenom man blir i stånd att hänföra de nu funna kaliberkorrektionerna till bestämda gradstreck. I efterföljande tabell anföres det resultat, till hvilket man på detta sätt kommer. De gradtal, som i densamma motsvara midtpunkterna emellan märkena, äro medeltal emellan två successiva direkt aflästa gradtal.

Märke	Kaliberkorrektion i millim.	Kaliberkorrektion i grader	Mot märket svarande gradtal
0	$x_1 =$ 0,0000	0°,0000	(— 3°,547)
0,5	— 1,6110	— 0,0932	— 0,655
1	$x_2 =$ — 2,4219	— 0,1401	+ 2,237
1,5	— 3,2412	— 0,1875	5,125
2	$x_3 =$ — 3,5104	— 0,2030	8,013
2,5	— 3,0074	— 0,1739	10,913
3	$x_4 =$ — 1,6544	— 0,0957	13,813
3,5	— 0,1886	— 0,0109	16,707
4	$x_5 =$ + 0,7772	+ 0,0450	19,600
4,5	+ 1,4258	+ 0,0825	22,495
5	$x_6 =$ + 1,3244	+ 0,0766	25,390
5,5	+ 1,3311	+ 0,0770	28,279
6	$x_7 =$ + 1,1878	+ 0,0687	31,167
6,5	+ 1,1677	+ 0,0675	34,053
7	$x_8 =$ + 0,9977	+ 0,0577	36,938
7,5	+ 0,7238	+ 0,0419	39,830
8	$x_9 =$ 0,0000	0,0000	42,722
8,5	— 1,2375	— 0,0716	45,614

Det bör nu anmärkas, att kvicksilfverkolonnernas längder icke blifvit bestämda genom uppmätning af deras (positiva eller negativa) öfverskott öfver intervallerna emellan märkena, utan öfver motsvarande helt hundratal millimeter på skalan A 2. Det erfordras därför ytterligare en undersökning af termometerskalans delningsfel. En sådan verkställdes ock 1905 sept. 5 på det sättet, att en uppmätning med metern A 2 gjordes af de särskilda gradstreckens afstånd dels från termometerskalans nollstreck, dels från strecket 40°. Summan af dessa båda mått, lika med afståndet från nollstrecket till 40°-strecket, blef i medeltal $691^{mm},525$ och kunde för hvarje särskildt streck anses som kontroll. Ur denna bestämning framgick sålunda medellängden af 1° å skalan emellan 0° och + 40° lika med

$$691^{mm},525 : 40 = 17^{mm},2881,$$

1^{mm} i gradmått lika med

$$40 : 691,525 = 0°,0578432 = f$$

samt skalans delningsfel på sätt som följer.

Gradstreck t	Streckets afstånd från 0° = a	Streckets afstånd från 40° = b	Summa a + b	$691^{mm},56 - b = c$	$\frac{a+c}{2} = d$	$\frac{691,55}{40} \cdot t = e$	$d - e = \delta$	$f \cdot \delta = \varepsilon$
— 1°,5	— $25^{mm},80$	+ $717^{mm},50$	$691^{mm},70$	— $25^{mm},94$	— $25^{mm},87$	— $25^{mm},93$	+ $0^{mm},06$	+ 0°,003
— 1	— 17,37	708,91	691,54	— 17,35	— 17,36	— 17,29	— 0,07	— 0.004
0	0,00	691,56	691,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
+ 1	+ 17,36	674,27	691,63	+ 17,29	+ 17,33	+ 17,29	+ 0,04	+ 0,002
2	34,54	657,00	691,54	34,56	34,55	34,58	— 0,03	— 0,002
3	51,74	639,65	691,39	51,91	51,83	51,87	— 0,04	— 0,002

Gradstreck t	Streckets afstånd från 0° = a	Streckets afstånd från 40° = b	Summa a + b	691mm,56 − b = c	(a + c)/2 = d	691.55/40 . t = e	d − e = δ	f . δ = ε
4	69mm,00	622mm,48	691mm,48	69mm,08	69mm,04	69mm,15	− 0mm,11	− 0°,007
5	86,36	605,16	691,52	86,40	86,38	86,44	− 0,06	− 0,003
6	103,62	587,82	691,44	103,74	103,68	103,73	− 0,05	− 0,003
7	120,91	570,52	691,43	120,04	120,97	121,02	− 0,05	− 0,003
8	138,18	553,37	691,55	138,19	138,18	138,31	− 0,13	− 0,007
9	155,48	536,07	691,55	155,49	155,49	155,60	− 0,11	− 0,006
10	172,74	518,84	691,58	172,72	172,73	172,89	− 0,16	− 0,009
11	189,98	501,50	691,48	189,06	190,02	190,18	− 0,16	− 0,009
12	207,47	484,13	691,60	207,43	207,45	207,46	− 0,01	− 0,001
13	224,72	466,78	691,50	224,78	224,75	224,75	0,00	0,000
14	241,96	449,52	691,48	241,04	242,00	242,04	− 0,04	− 0,002
15	259,27	432,35	691,62	259,21	259,24	259,33	− 0,09	− 0,005
16	276,48	414,96	691,44	276,60	276,54	276,62	− 0,08	− 0,005
17	293,86	397,63	691,49	293,93	293,90	293,91	− 0,01	− 0,001
18	311,11	380,43	691,54	311,13	311,12	311,20	− 0,08	− 0,005
19	328,41	363,14	691,55	328,42	328,42	328,49	− 0,07	− 0,007
20	345,63	345,82	691,45	345,74	345,68	345,77	− 0,09	− 0,005
21	362,89	328,57	691,46	362,99	362,94	363,06	− 0,12	− 0,007
22	380,19	311,30	691,49	380,26	380,22	380,35	− 0,13	− 0,008
23	397,50	294,04	691,54	397,52	397,51	397,64	− 0,13	− 0,008
24	414,81	276,63	691,44	414,93	414,87	414,93	− 0,06	− 0,003
25	432,17	259,45	691,62	432,11	432,14	432,22	− 0,08	− 0,004
26	449,44	242,11	691,55	449,45	449,45	449,51	− 0,06	− 0,003
27	466,65	224,70	691,35	466,86	466,76	466,80	− 0,04	− 0,002
28	484,02	207,47	691,49	484,09	484,05	484,03	− 0,03	− 0,002
29	501,19	190,35	691,54	501,21	501,20	501,37	− 0,17	0,000
30	518,52	172,87	691,39	518,69	518,60	518,66	− 0,06	− 0,003
31	535,89	155,60	691,49	535,96	535,92	535,95	− 0,03	− 0,002
32	553,19	138,31	691,50	553,25	553,22	553,24	− 0,02	− 0,001
33	570,52	120,97	691,49	570,59	570,56	570,53	+ 0,03	+ 0,002
34	587,71	103,63	691,34	587,93	587,82	587,82	0,00	0,000
35	605,04	86,47	691,51	605,09	605,07	605,11	− 0,04	− 0,002
36	622,40	69,17	691,57	622,39	622,40	622,40	0,00	0,000
37	639,70	51,91	691,61	639,65	639,67	639,68	− 0,01	− 0,001
38	657,01	34,54	691,55	657,02	657,01	656,97	+ 0,04	+ 0,002
39	674,31	17,38	691,69	674,18	674,24	674,26	− 0,02	− 0,001
40	691,54	0,00	691,54	691,56	691,55	691,55	0,00	0,000
41	708,81	− 17,38	691,43	708,94	708,88	708,84	+ 0,04	+ 0,002
42	726,10	− 34,53	691,57	726,09	726,10	726,13	− 0,03	− 0,002
43	743,50	− 51,78	691,72	743,34	743,42	743,42	0,00	0,000
44	760,62	− 69,04	691,58	760,60	760,61	760,71	− 0,10	− 0,005
44,5	769,38	− 77,70	691,68	769,26	769,35	769,35	− 0,03	− 0,002
		Medeltal	691,525					

δ = termometerskalans delningsfel i millimeter.
ε = » » » grader

Härefter företogs grafisk interpolation (och till någon ringa grad äfven utjämning) af de i tabellen å sid. 15 bestämda i grader uttryckta kaliberkorrektionerna, hvilka tillika sedan genom tillägg af en lätt beräknad liniär funktion bragtes att blifva noll vid 0° och vid 40° i stället för vid märkena 0 och 8.

Till dessa kaliberkorrektioner fogas nu de å sid. 15, 16 bestämda delningsfelen $f\delta$ å skalan för att erhålla de definitiva till termometerskalan hänförda kaliberkorrektionerna, såsom af följande tabell framgår.

Korrektionstabell för termometern St. S. 1 i horisontellt läge.

	Kalibreringsfel	Skalans delningsfel	Kaliberfel + delningsfel
(— 3°)	+ 0°,095	—	—
(— 2)	+ 0,060	—	—
— 1,5	+ 0,042	+ 0°,003	+ 0°,045
— 1	+ 0,024	— 0,004	+ 0,020
0	0,000	0,000	0,000
+ 1	— 0,020	+ 0,002	— 0,018
2	— 0,040	— 0,002	— 0,042
3	— 0,060	— 0,002	— 0,062
4	— 0,080	— 0,007	— 0,087
5	— 0,100	— 0,003	— 0,103
6	— 0,113	— 0,003	— 0,116
7	— 0,123	— 0,003	— 0,126
8	— 0,128	— 0,007	— 0,135
9	— 0,126	— 0,006	— 0,132
10	— 0,120	— 0,009	— 0,129
11	— 0,108	— 0,009	— 0,117
12	— 0,084	— 0,001	— 0,085
13	— 0,061	0,000	— 0,061
14	— 0,037	— 0,002	— 0,039
15	— 0,011	— 0,005	— 0,016
16	+ 0,015	— 0,005	+ 0,010
17	+ 0,038	— 0,001	+ 0,037
18	+ 0,053	— 0,005	+ 0,048
19	+ 0,069	— 0,007	+ 0,062
20	+ 0,085	— 0,005	+ 0,080
21	+ 0,098	— 0,007	+ 0,091
22	+ 0,105	— 0,008	+ 0,097
23	+ 0,104	— 0,008	+ 0,096
24	+ 0,098	— 0,003	+ 0,095
25	+ 0,092	— 0,004	+ 0,088
26	+ 0,087	— 0,003	+ 0,084
27	+ 0,084	— 0,002	+ 0,082
28	+ 0,080	— 0,002	+ 0,078
29	+ 0,075	— 0,010	+ 0,065
30	+ 0,068	— 0,003	+ 0,065
31	+ 0,062	— 0,002	+ 0,060

	Kalibreringsfel	Skalans delningsfel	Kaliberfel + delningsfel
32°	+ 0°,057	— 0°,001	+ 0°,056
33	+ 0,053	+ 0,002	+ 0,055
34	+ 0,049	0,000	+ 0,049
35	+ 0,043	— 0,002	+ 0,041
36	+ 0,036	0,000	+ 0,036
37	+ 0,029	— 0,001	+ 0,028
38	+ 0,020	+ 0,002	+ 0,022
39	+ 0,010	— 0,001	+ 0,009
40	0,000	0,000	0,000
41	— 0,018	+ 0,002	— 0,016
42	— 0,036	— 0,002	— 0,038
43	— 0,058	0,000	— 0,058
44	— 0,085	— 0,005	— 0,090
44,5	— 0,100	— 0,002	— 0,102

Fryspunktsbestämningar.

Samtliga termometrar, utom de båda Tonnelot-termometrarna 4317 och 4319, antagas på goda grunder vara okänsliga för variationer uti det yttre trycket. Om en eller annan af dem, t. ex. St. S. 1 eller A och B, vore märkbart känsliga för variationer uti det inre trycket, så skulle detta förhållande likväl vara utan betydelse här, enär nämligen samtliga termometrarna städse blifvit använda uti horisontellt läge. Att för öfrigt detaljeradt redogöra för anordningarna vid fryspunkts-observationerna torde ej vara behöfligt. Afläsningarna ha naturligtvis repeterats en mångfald gånger, till dess de visat sig konstanta. Termometrarna ha en längre tid före användningen vid dessa komparationer förvarats vid en temperatur af omkring + 10° till + 15°. Äfven om icke behöfligt ha lufttrycket och vattentrycket blifvit bestämda. Likaså har yttre luftens temperatur, som i allmänhet endast obetydligt öfverstigit noll grader, blifvit antecknad. Där behöfligt har varit, äro Tonnelot-termometrarnas angifvelser redan korrigerade för yttre trycket enligt termometrarnas certifikat från Breteuil.[1]

Afläsningarna blefvo följande:

Dag	Tonnelot		Termometer						
	4317	4319	$A = P_{10}$	$B = P_{11}$	D_1	D_2	E_1	E_2	St. S. 1
1904 Dec. 31,1									+ 0°,048
1905 Jan. 2,0	— 0,040	+ 0,015	+ 0°,60	+ 0,41	+ 0,54	+ 0,53	+ 0,55	+ 0,50	+ 0,060
» 10,0	— 0,014	+ 0,021							+ 0,052
Medeltal	— 0,027	+ 0,018	+ 0,60	+ 0,41	+ 0,54	+ 0,53	+ 0,55	+ 0,50	+ 0,053

Fryspunktskorrektionerna hafva motsatta tecken emot dessa afläsningar.

[1] Kaliberkorrektionerna äro anbrakta enligt komplementcertifikatet (certificat d'étude complementaire des thermomètres) af den 12 Juni 1900, utvisande ytterst minimala skiljaktigheter från det ursprungliga certifikatet.

Hvad beträffar de 6 termometrarna A, B, D och E ligger mindre vikt på fryspunktsbestämningarna, emedan deras korrektioner hufvudsakligen grundas på komparationer med Tonnelot-termometrarna i vattenbad af rumvärme eller af ungefär samma temperatur som den vid etaloneringarna förekommande.

Termometerkomparationer i vattenbad.

Sådana ha förekommit dels i enkelt kärl med vatten af det omgifvande rummets temperatur, nämligen mest för undersökning af de nyss uppräknade 6 termometrarna, dels i dubbelt kärl med vatten af relativt hög temperatur samt med anordning på det öfliga sättet, nämligen för bestämning af fundamentalintervallen hos termometern St. S. 1. Beskrifning af anordningarna torde icke erfordras. Nämnas må dock att så vidt möjligt afläsningarna företagits symmetriskt och att största omsorg i öfrigt blifvit iakttagen.

Resultaten återgifvas här nedan.

Dag	Termometer	Afläsning	Korrektion	Vattnets temperatur	Medeltal
1904 Dec. 20,1	T. 4317	+ 13°,457	+ 0°,092	+ 13°,549	+ 13°,519
	» 4319	13,487	+ 0,002	13,489	
	St. S. 1	13,672	— 0,153		
» 20,9	T. 4317	14,660	+ 0,094	14,754	14,730
	» 4319	14,695	+ 0,010	14,705	
	St. S. 1	14,865	— 0,135		
» 20,9	T. 4317	14,724	+ 0,094	14,818	14,757
	» 4319	14,686	+ 0,011	14,697	
	A	15,472	— 0,715		
	B	14,918	— 0,161		
» 21,1	T. 4317	14,78	+ 0,094	14,874	14,867
	» 4319	14,85	+ 0,011	14,861	
	D_1	—	—		
	E_1	15,47	— 0,603		
	D_2	15,40	— 0,533		
	E_2	15,14	— 0,278		
21,9	T. 4317	13,255	+ 0,091	13,346	13,371
	» 4319	13,393	+ 0,003	13,396	
	D_1	13,913	— 0,542		
	E_1	13,910	— 0,539		
	D_2	13,900	— 0,529		
	E_2	13,537	— 0,166		
» 29,0	T. 4317	12,405	+ 0,090	12,495	12,503
	» 4319	12,516	— 0,005	12,511	
	A	13,163	— 0,660		
	B	12,845	— 0,342		

Dag	Termometer	Afläsning	Korrektion	Vattnets temperatur	Medeltal
1904 Dec. 30,1	T. 4317	+ 14°,130	+ 0°.093	+ 14°,223	+ 14°,261
	» 4319	14,290	+ 0°,008	14,298	
	St. S. 1	14,395	— 0,134		
» 30,9	T. 4317	12,879	+ 0,090	12,969	12,993
	» 4319	13,021	— 0,003	13,018	
	St. S. 1	13,181	— 0,188		
» 31,1	T. 4317	12,399	+ 0,087	12,486	12,506
	» 4319	12,534	— 0,007	12,527	
	D_1	13,090	— 0,584		
	D_2	12,990	— 0,484		
	E_1	13,007	— 0,501		
	E_2	12,720	— 0,214		
1905 Jan. 1,9	T. 4317	9,021	+ 0,069	9,090	9,124
	» 4319	9,191	— 0,033	9,158	
	D_1	9,722	— 0,598		
	D_2	9,584	— 0,460		
	E_1	9,632	— 0,508		
	T. 4317	9,022	+ 0,069	9,091	9,122
	» 4319	9,186	— 0,033	9,153	
	E_2	9,430	— 0,308		
» 2,1	T. 4317	14,432	+ 0,095	14,527	14,531
	» 4319	14,524	+ 0,011	14,535	
	St. S. 1	14,669	— 0,138		
» »	T. 4317	20,256	+ 0,086	20,342	20,329
	» 4319	20,334	— 0,018	20,316	
	St. S. 1	20,361	— 0,032		
» 5,3	T. 4317	31,509	+ 0,030	31,539	31,530
	» 4319	31,536	— 0,016	31,520	
	St. S. 1	31,706	— 0,176		

De båda Tonnelot-termometrarnas korrektioner äro erhållna ur deras certifikat och den på det sättet erhållna temperaturen gäller som vattnets temperatur. Däraf ha äfven erhållits öfriga här förekommande termometrars korrektioner.

Sammanställning af termometerkomparationerna.

1904, resp. 1905	Termometer A		1904, resp. 1905	Termometer B	
	Afläsn. = t	Korr. = k		Afläsn. = t	Korr. = k
Jan. 2,0 . . .	+ 0°,60	— 0°,60	Jan. 2,0 . . .	+ 0°,41	— 0°,41
Dec. 29,0 . . .	13,16	— 0,66	Dec. 29,0 . . .	12,85	— 0,34
» 20,9 . . .	15,47	— 0,715	» 20,9 . . .	14,92	— 0,16

Gifvas korrektionerna formen

$$k = x + yt,$$

där t är det aflästa gradtalet, så får man såsom de sannolikaste värdena

för A . . . $k = -0°{,}593 - 0°{,}00672 \times t$ och för B . . . $k = -0°{,}427 + 0°{,}01312 \times t$.

1904, resp. 1905	Termometer D_1		1904, resp. 1905	Termometer D_2	
	Afläsn. = t	Korr. = k		Afläsn. = t	Korr. = k
Jan. 2,0	+ 0°,54	— 0°,54	Jan. 2,0	+ 0°,52	— 0°,52
» 1,9	9,72	— 0,60	» 1,9	9,58	— 0,46
Dec. 31,1	13,09	— 0,58	Dec. 31,1	12,99	— 0,48
» 21,9	13,91	— 0,54	» 21,9	13,90	— 0,53
			» 21,1	15,40	— 0,53

När till afläsningarna å termometrarna D_1 och D_2 fogas de af Broch gifna korrektionerna (se K, bilaga 2) borde af de då uppkomna differenserna med sanna temperaturen framgå en konstant korrektion lika med fryspunktskorrektionen. Man får då

för D_1 frysp.-korr. =		för D_2	
	— 0,54		— 0,52
	— 0,55		— 0,52
	— 0,54		— 0,50
	— 0,51		— 0,54
			— 0,52
Medeltal	— 0,535		— 0,52

För termometrarna D_1 och D_2 har man således att använda Brochs korrektionstabeller jämte en fryspunktskorrektion af resp. — 0°,535 och — 0°,52.

1904, resp. 1905	Termometer E_1		1904, resp. 1905	Termometer E_2	
	Afläsning	Korrektion		Afläsning	Korrektion
Jan 2,0	+ 0°,55	— 0°,55	Jan. 2,0	+ 0°,50	— 0°,50
» 1,9	9,63	— 0,51	» 1,9	9,43	— 0,31
Dec. 31,1	13,01	— 0,50	Dec. 31,1	12,72	— 0,21
» 21,9	13,91	— 0,54	» 21,9	13,54	— 0,17
» 21,1	15,47	— 0,60	» 21,1	15,14	— 0,27

Om från termometrarnas här iakttagna totalkorrektion subtraheras summan af korrektionerna för kaliberfel och fundamentalintervall (enligt K sid 37), så återstår nollpunktskorrektionen. Man erhåller:

för E_1		för E_2	
	— 0,55		— 0,51
	— 0,53		— 0,43
	— 0,53		— 0,48
	— 0,57		— 0,46
	— 0,56		— 0,59
Medeltal	— 0,55		— 0,49

För dessa termometrar har man alltså att använda nyss anförda tabell i uppsatsen K, sid. 37, jämte nollpunktskorrektioner af resp. $-0°,55$ och $-0°,49$.

Termometern St. S. 1.

1904, resp. 1905	Afläsning	Korrektion	Däraf korr. för kaliber och deln.-fel[1]	Således korr. för frysp. och fund.-interv. k =
Dec. 31,1	+ 0°,05	— 0°,053	0°,000	— 0°,053
Jan. 2,0				
» 10.0				
Dec. 30,9	13,18	— 0,188	— 0,057	— 0,131
» 20,1	13,67	— 0,153	— 0,046	— 0,107
» 30,1	14,40	— 0,134	— 0,030	— 0,104
Jan. 2,1	14,67	— 0,138	— 0 024	— 0,114
Dec. 20,9	14,87	— 0,135	— 0,019	— 0,116
Jan. 2,1	20,36	— 0,032	+ 0,084	— 0,116
» 5,3	31,71	— 0,176	+ 0,057	— 0,233

Gifves här summan af korrektionerna vid fryspunkten och för fundamentalintervallen formen

$$k = m + n\,t,$$

så erhåller man enligt minsta-kvadrat-metoden såsom det sannolikaste värdet

$$k = -0°,040 - 0°,00535 \times t.$$

Med utgång från de funna värdena å kaliberfel och delningsfel (tabellen å sid. 17 och 18) erhåller man nu följande korrektionstabell för termometern St. S. 1, hvilken tabell för nu föreliggande observationer antages gälla i oförändradt skick, men som vid annat tillfälle bör rättas för en eventuell ändring af fryspunktens läge.

Korrektionstabell för stora Söderbergska termometern n:o 1 (St. S. 1).

Aflästt gradtal	Kaliberfel plus delningsfel	Nollpunktskorrektion plus korr. för fundamentalintervall	Totalkorrektion	Skillnad emellan vätetermom. och kvicksilfvertermom.[2]	Termometerns korrektion till vätetermom	Skillnad emellan kväfvetermom. och kvicksilfvertermom.[2]	Termometerns korrektion till kväfvetermom.
— 1°,5	+ 0°,045	— 0°,032	+ 0°,013	+ 0°,010	+ 0°,023	+ 0°,009	+ 0°,022
— 1	+ 0,020	— 0,035	— 0,015	+ 0,006	— 0,009	+ 0,006	— 0,009
0	0,000	— 0,040	— 0,040	0,000	— 0,040	0.000	— 0,040
+ 1	— 0,018	— 0,045	— 0,063	— 0,006	— 0,069	— 0,005	— 0,068
2	— 0,042	— 0,051	— 0,093	— 0,012	— 0,105	— 0,011	— 0,104
3	— 0,062	— 0,056	— 0,118	— 0,018	— 0,136	— 0,016	— 0,134
4	— 0,087	— 0,061	— 0,148	— 0,023	— 0,171	— 0,021	— 0,169
5	— 0,103	— 0,067	— 0,170	— 0,028	— 0,198	— 0,025	— 0,195
6	— 0,116	— 0,072	— 0,188	— 0,033	— 0,221	— 0,030	— 0,218

[1] Enligt tabellen å sid. 17 och 18.
[2] Enligt internationella byrån i Breteuil.

Aflåst gradtal	Kaliberfel plus delningsfel	Nollpunkts-korrektion plus korr. för fundamental-intervall	Total-korrektion	Skillnad emellan vätetermom. och kvicksilfver-termom.	Termometerns korrektion till vätetermom.	Skillnad emellan kväfve-termom. och kvicksilfver-termom.	Termometerns korrektion till kväfvetermom.
+ 7°	— 0°,126	— 0°,077	— 0°,203	— 0°,038	— 0°,241	— 0°,034	— 0°,237
8	— 0,135	— 0,083	— 0,218	— 0,043	— 0,261	— 0,038	— 0,256
9	— 0,132	— 0,088	— 0,220	— 0,047	— 0,267	— 0,042	— 0,262
10	— 0,129	— 0,094	— 0,223	— 0,052	— 0,275	— 0,046	— 0,269
11	— 0,117	— 0,099	— 0,216	— 0,056	— 0,272	— 0,050	— 0,266
12	— 0,085	— 0,104	— 0,189	— 0,060	— 0,249	— 0,053	— 0,242
13	— 0,061	— 0,110	— 0,171	— 0,063	— 0,234	— 0,056	— 0,227
14	— 0,039	— 0,115	— 0,154	— 0,067	— 0,221	— 0,059	— 0,213
15	— 0,016	— 0,120	— 0,136	— 0,070	— 0,206	— 0,062	— 0,198
16	+ 0,010	— 0,126	— 0,116	— 0,073	— 0,189	— 0,065	— 0,181
17	+ 0,037	— 0,131	— 0,094	— 0,076	— 0,170	— 0,068	— 0,162
18	+ 0,048	— 0,136	— 0,088	— 0,079	— 0,167	— 0,070	— 0,158
19	+ 0,062	— 0,142	— 0,080	— 0,082	— 0,162	— 0,073	— 0,153
20	+ 0,080	— 0,147	— 0,067	— 0,085	— 0,152	— 0,075	— 0,142
21	+ 0,091	— 0,152	— 0,061	— 0,087	— 0,148	— 0,077	— 0,138
22	+ 0,097	— 0,158	— 0,061	— 0,089	— 0,150	— 0,079	— 0,140
23	+ 0,096	— 0,163	— 0,067	— 0,091	— 0,158	— 0,081	— 0,148
24	+ 0,095	— 0,168	— 0,073	— 0,093	— 0,166	— 0,083	— 0,156
25	+ 0,088	— 0,174	— 0,086	— 0,095	— 0,181	— 0,084	— 0,170
26	+ 0,084	— 0,179	— 0,095	— 0,097	— 0,192	— 0,086	— 0,181
27	+ 0,082	— 0,184	— 0,102	— 0,098	— 0,200	— 0,087	— 0,189
28	+ 0,078	— 0,190	— 0,112	— 0,100	— 0,212	— 0,089	— 0,201
29	+ 0,065	— 0,195	— 0,130	— 0,101	— 0,231	— 0,090	— 0,220
30	+ 0,065	— 0,201	— 0,136	— 0,102	— 0,238	— 0,091	— 0,227
31	+ 0,060	— 0,206	— 0,146	— 0,103	— 0,249	— 0,092	— 0,238
32	+ 0,056	— 0,211	— 0,155	— 0,104	— 0,259	— 0,093	— 0,248
33	+ 0,055	— 0,217	— 0,162	— 0,105	— 0,267	— 0,094	— 0,256
34	+ 0,049	— 0,222	— 0,173	— 0,106	— 0,279	— 0,094	— 0,267
35	+ 0,041	— 0,227	— 0,186	— 0,106	— 0,292	— 0,095	— 0,281
36	+ 0,036	— 0,233	— 0,197	— 0,107	— 0,304	— 0,095	— 0,292
37	+ 0,028	— 0,238	— 0,210	— 0,107	— 0,317	— 0,096	— 0,306
38	+ 0,022	— 0,243	— 0,221	— 0,107	— 0,328	— 0,096	— 0,317
39	+ 0,009	— 0,249	— 0,240	— 0,107	— 0,347	— 0,096	— 0,336
40	0,000	— 0,254	— 0,254	— 0,107	— 0,361	— 0,097	— 0,351
41	— 0,016	— 0,259	— 0,275	— 0,107	— 0,382	— 0,097	— 0,372
42	— 0,038	— 0,265	— 0,303	— 0,107	— 0,410	— 0,097	— 0,400
43	— 0,058	— 0,270	— 0,328	— 0,106	— 0,434	— 0,096	— 0,424
44	— 0,090	— 0,275	— 0,365	— 0,106	— 0,471	— 0,096	— 0,461
44,5	— 0,102	— 0,278	— 0,380	— 0,106	— 0,486	— 0,096	— 0,476

Tabellen gäller för horisontellt läge. Korrektionen för det yttre trycket antages vara omärklig.

För äfven de öfriga termometrarna har man nu material att uppgöra en fullständig till vätetermometern hänförd korrektionstabell. Inom vid observationerna förekommande gradtal ställer sig denna för samtliga termometrar som följer.

Afläst gradtal	Korrektion till vätetermometern									
	Termometer									
	$A = P_{10}$	$B = P_{11}$	D_1	D_2	E_1	E_2	St. S. 1	A, B medeltal	D_1, D_2 medeltal	E_1, E_2 medeltal
+ 11°							— 0°,272			
12			— 0°,64	— 0°,55			— 0,249		— 0°,59	
13	— 0°,74	— 0°,32	— 0,64	— 0,56	— 0°,58	— 0°,27	— 0,234	— 0°,53	— 0,60	— 0°,43
14	— 0,75	— 0,31	— 0,64	— 0,57	— 0,58	— 0,26	— 0,221	— 0,53	— 0,60	— 0,42
15	— 0,76	— 0,30	— 0,64	— 0,58	— 0,58	— 0,24	— 0,206	— 0,53	— 0,61	— 0,41
16	— 0,77	— 0,29	— 0,63	— 0,58				— 0,53	— 0,61	
17	— 0,78	— 0,28	— 0,63	— 0,59				— 0,53	— 0,61	

Komparationer emellan etalonerna.

Dessa hafva anordnats fullkomligt på samma sätt som år 1894, hvarför en detaljerad beskrifning nu icke kan vara behöflig. Den af etalonerna som vid komparationen ligger närmast intill observatörerna är här nedan märkt med *. Är etalonens begynnelseända (nollstreck) under komparationen vändt åt vänster, utmärkes detta med en index $_1$ invid etalonens signatur, t. ex. E_1, är den vänd åt höger utmärkes detta med index $_2$.

Observatörernas signaturer äro: W = Wallroth, J = Jäderin. Alla icke signerade undersökningar äro af J.

De omedelbart utförda observationerna återfinnas å sid. 29 och följ. De för mikroskopens fel enligt tabellerna å sid. 3 och 4 reducerade följa därefter å sid. 32 och följ. Ur dessa senare erhåller man nu, på sätt som är angifvet i K sid. 54 och 55, komparationernas resultat i följande form.

			Temperatur enligt vätetermometern	
1904	Dec. 22	$W_2 - {}^*P_1 = +112^{\mu},9$	W... + 13°,89	P... + 14°,21
		$W_1 - {}^*P_1 = 119,15$	14,15	14,47
		$^*W_1 - P_2 = 135,7$	14,77	14,44
	Dec. 23	$^*W_2 - P_2 = 127,1$	13,16	12,88
	Medeltal	$W - P = +123,7$	13,99	14,00
		$P_2 - {}^*E_1 = +153,9$	P... 13,41	E... 14,04
		$P_1 - {}^*E_1 = 152,9$	13,58	14,04
		$^*P_1 - E_2 = 155,0$	13,99	14,00
		$^*P_2 - E_2 = 156,0$	14,16	13,90
	Medeltal	$P - E = +154,45$	13,78	13,99
	Dec. 27	$D_2 - {}^*P_2 = +126,9$	D... 14,94	P... 15,29
		$D_1 - {}^*P_2 = 141,5$	15,42	15,73
		$^*D_2 - P_1 = 134,4$	16,05	16,15
		$^*D_1 - P_1 = 144,7$	16,21	15,77
	Medeltal	$D - P = +136,9$	15,65	15,73

				Temperatur enligt vätetermometern			
1904	Dec. 28	$W_1 - *D_1 =$	$1^{\mu},8$	W...	11°,76	D...	12°,12
		$W_1 - *D_2 =$	12,6		11,97		12,40
		$*W_2 - D_1 = +$	7,5		12,43		12,38
		$*W_2 - D_2 = +$	11,3		12,61		12,65
	Medeltal	$W - D = +$	1,1		12,19		12,39
	Dec. 29	$*W_2 - E_2 = +$	280,0	W...	12,69	E...	12,82
		$*W_2 - E_1 =$	278,6		12,73		12,93
		$W_1 - *E_1 =$	276,5		12,69		12,92
		$W_1 - *E_2 =$	270,0		12,48		12,98
	Medeltal	$W - E = +$	276,3		12,65		12,91
	Dec. 31	$D_2 - *E_2 = +$	267,5	D...	12,75	E...	12,91
		$D_1 - *E_2 =$	269,8		12,85		12,95
		$*D_1 - E_1 =$	280,6		13,32		13,01
		$*D_2 - E_1 =$	285,7		13,30		12,79
	Medeltal	$D - E = +$	275,9		13,05		12,91

Dessa resultat skola nu reduceras till normaltemperatur (0° eller + 15°), hvilket kan ske genom att multiplicera temperaturgraden T, respektive T — 15° med medeldilatationen inom området 0° till T, resp. 15° till T samt från den observerade längden subtrahera den så erhållna korrektionen. Medeldilatationen kan erhållas ur följande tabell.

	Medeldilatation för reduktion till 0°				Medeldilatation för reduktion till + 15°			
Etalon . . .	P	D	E	W	P	D	E	W
T								
0°	$8^{\mu},674$	$18^{\mu},381$	$18^{\mu},049$	$18^{\mu},279$	$8^{\mu},689$	$18^{\mu},381$	$18^{\mu},225$	$18^{\mu},436$
+ 1	8,675	18,381	18,061	18,289	8,690	18,381	18,237	18,447
2	8,676	etc.	18,073	18,300	8,691	etc.	18,249	18,457
3	8,677		18,084	18,310	8,692		18,261	18,467
4	8,678		18,096	18,321	8,693		18,272	18,478
5	8,679		18,108	18,331	8,694		18,284	18,488
6	8,680		18,120	18,342	8,695		18,296	18,499
7	8,681		18,131	18,352	8,696		18,308	18,509
8	8,682		18,143	18,363	8,697		18,319	18,520
9	8,683		18,155	18,373	8,698		18,331	18,530
10	8,684		18,167	18,384	8,699		18,343	18,541
11	8,685		18,178	18,394	8,700		18,354	18,551
12	8,686		18,190	18,405	8,701		18,367	18,562
13	8,687		18,202	18,415	8,702		18,378	18,572
14	8,688		18,214	18,426	8,703		18,390	18,583
15	8,689		18,225	18,436	8,704		18,402	18,593
16	8,690		18,237	18,447	8,705		18,414	18,604
17	8,691		18,249	18,457	8,706		18,425	18,614

	Medeldilatation för reduktion till 0°				Medeldilatation för reduktion till + 15°			
Etalon . . .	P	D	E	W	P	D	E	W
T								
18°	$8^{\mu},692$	$18^{\mu},381$	$18^{\mu},261$	$18^{\mu},467$	$8^{\mu},707$	$18^{\mu},381$	$18^{\mu},437$	$18^{\mu},625$
19	8,693	18,381	18,272	18,478	8,708	18,381	18,449	18,635
20	8,694	etc.	18,284	18,488	8,709	etc.	18,461	18,645
21	8,695		18,296	18,499	8,710		18,472	18,656
22	8,696		18,308	18,509	8,711		18,484	18,666
23	8,697		18,319	18,520	8,712		18,496	18,677
24	8,698		18,331	18,530	8,713		18,508	18,687
25	8,699		18,343	18,541	8,714		18,519	18,698

För att belysa användningen af denna tabell reduceras det femte af observationsresultaten (se sid. 25) till + 15° normaltemperatur, nämligen

Dec. 29. Medeltal W — E = + $276^{\mu},3$, temp. för W = + 12°,65, för E = 12°,91.

Ur tabellen erhållas mot dessa temperaturgrader följande medeldilatationer:

för W... $18^{\mu},569$, för E... 18,377.

Reduktion till + 15°:

för	W	$18^{\mu},569$	(15° — 12°,65) = + $43^{\mu},64$
för	— E	18,377	(12°,91 — 15°) = — 38 41
			Summa + $5^{\mu},2$

När denna korrektion lägges till den direkt observerade längdskillnaden, så erhåller man vid + 15°

W — E = + $281^{\mu},5$.

De till + 15° reducerade resultaten blifva nu, då desamma antecknas i den form och i den ordning som förekommer för 1894 uti uppsatsen K (sid. 58):

	a = D — P	b = P — E	c = W — P	d = D — E	e = W — D	f = W — E
1904 . .	+ $131^{\mu},3$	+ $146^{\mu},5$	+ $133^{\mu},7$	+ $273^{\mu},3$	+ $5^{\mu},3$	+ $281^{\mu},5$

Motsvarande värden voro

1894 . .	+ 131,1	+ 145,8	+ 147,0	+ 274,8	+ 15,7	+ 290,2

Man ser omedelbart att de värden, där etalonen W ej förekommer, hafva undergått endast mycket obetydliga ändringar, däremot är det uppenbart att W förkortat sig med ungefär 10^{μ}. Etalonerna D och E ha under de gångna 10 åren legat i ostörd ro, väl förvarade och ej varit till någon användning. Däremot har W varit i bruk några månader för vissa undersökningar, men då alltid handterats ytterst varsamt. Det är emellertid att märka, att denna etalon är af mycket spädare di-

mensioner än de öfriga, att den har sin delning nära randen på den ena bredytan samt att den tidigare på ett oförklaradt sätt har undergått en stark krökning, som bl. a. orsakat stora graderingsfel hos mellanstrecken.

Ur observationerna erhållas de sannolikaste värdena genom

$$\begin{aligned}
4\,(D-P) &= 2\,a + (d-b) + (c-e)\\
4\,(P-E) &= 2\,b + (d-a) + (f-c)\\
4\,(W-P) &= 2\,c + (a+e) + (f-b)\\
4\,(D-E) &= 2\,d + (a+b) + (f-e)\\
4\,(W-D) &= 2\,e + (c-a) + (f-d)\\
4\,(W-E) &= 2\,f + (b+c) + (d+e)
\end{aligned}$$

Man erhåller således som resultat för + 15° temp. ur 1904 års komparationer

$a = D-P$	$b = P-E$	$c = W-P$	$d = D-E$	$e = W-D$	$f = W-E$
$+ 129^{\mu},45$	$+ 145^{\mu},7$	$+ 134^{\mu},75$	$+ 275^{\mu},15$	$+ 5^{\mu},3$	$+ 280^{\mu},45$

Enligt sitt certifikat från Breteuil har prototypen P vid + 15° enligt vätetermometern en längd af

$$P_{15} = 1^{m} + 127^{\mu},5,$$

hvarför öfriga etaloners längder blifva

$$\begin{aligned}
D_{15} &= 1^{m} + 257^{\mu},0 & \qquad D_{0} &= 1^{m} - 18^{\mu},7\\
E_{15} &= 1^{m} - 18^{\mu},2 & \qquad E_{0} &= 1^{m} - 291^{\mu},6\\
W_{15} &= 1^{m} + 262^{\mu},2 & \qquad W_{0} &= 1^{m} - 14^{\mu},3
\end{aligned}$$

Sedan 1894 hafva etalonerna undergått följande förändringar:

$$\begin{aligned}
D &= - 1^{\mu},2\\
E &= - 1,1\\
W &= - 11,6
\end{aligned}$$

Samtliga hafva således förkortat sig, allt naturligtvis under förutsättning att prototypen varit oföränderlig. D och E, som äro fullständigt af samma konstruktion, hafva bibehållit samma längdskillnad som förr.

För etalonen D har man

1887	(Breteuil)	$D_0 = 1^{m} - 15^{\mu},0$
1894	(Stockholm)	$1^{m} - 17^{\mu},5$
1904	(»)	$1^{m} - 18^{\mu},7$

Man har enligt ofvan anförda ekvationer

$$D - P = -\frac{a}{2} + \frac{d-b}{4} + \frac{c-e}{4} - \frac{\alpha}{2} + \frac{\beta}{4} + \frac{\gamma}{4}$$

o. s. v.

Det definitiva värdet af hvarje observerad längddifferens är sålunda lika med det aritmetiska mediet af de af hvarandra oberoende α, β och γ, därvid de två senare gifvas half vikt i förhållande till den första. Betecknas medelfelet af det definitiva (utjämnade) värdet å D — P eller å någon af de öfriga längdskillnaderna med

$\pm$ M, medelfelet af a, b, c, d, e och f med $\pm$ m, af α således likaledes med $\pm$ m och af β och γ med $\pm m\sqrt{2}$, så erhåller man

$$m^2 = \frac{\alpha^2}{2} + \frac{3}{16}\beta^2 + \frac{3}{16}\gamma^2 - \frac{\alpha\beta}{4} - \frac{\alpha\gamma}{4} - \frac{\beta\gamma}{8}$$

och

$$M^2 = \frac{1}{2}m^2.$$

Eller, om x är det utjämnade värdet och α_1 β_1 och γ_1 afvikelserna från detta hos resp. α, β och γ, således $\alpha_1 = x - \alpha$, $\beta_1 = x - \beta$, $\gamma_1 = x - \gamma$, så är

$$m^2 = \frac{1}{8}(\beta_1 \quad \gamma_1)^2 - \alpha \cdot \frac{\beta_1 + \gamma_1}{2}$$

och som förut

$$M^2 = \frac{1}{2}m^2.$$

På detta sätt erhålles för medelfelens beräkning följande tabell:

	α	β	γ	x	α_1	β_1	γ_1	m^2	m	M
D — P	+ 131$^{\mu}$,3	+ 126$^{\mu}$,8	+ 128$^{\mu}$,4	+ 129$^{\mu}$,45	— 1$^{\mu}$,85	+ 2$^{\mu}$,65	+ 1$^{\mu}$,05	+ 3$^{\mu}$,74	$\pm$ 1$^{\mu}$,9	$\pm$ 1$^{\mu}$,4
P — E	146,5	142,0	147,8	145,7	— 0,8	+ 3,7	— 2,1	4,85	2,2	1,6
W — P	133,7	136,6	135,0	134,75	+ 1,05	— 1,85	— 0,25	1,42	1,2	0,8
D — E	273,3	277,8	276,2	275,15	+ 1,85	— 2,65	— 1,05	3,74	1,9	1,4
W — D	5,3	2,4	8,2	5,3	0,0	+ 2,9	— 2,9	4,20	2,0	1,4
W — E	281,5	280,2	278,6	280,45	— 1,05	+ 0,25	+ 1,85	1,42	1,2	0,8
								Medeltal	$\pm$ 1$^{\mu}$,7	$\pm$ 1$^{\mu}$,2

Efter denna räkning är sålunda medelfelet hos en direkt längdkomparation $\pm$ 1$^{\mu}$,7 *och hos de ofvan härledda slutresultaten* $\pm$ 1$^{\mu}$,2.

Tillämpas samma beräkningssätt på 1894 års observationer, så finner man:

	m	M
D — P	$\pm$ 0$^{\mu}$,9	$\pm$ 0$^{\mu}$,7
P — E	1,2	0,8
W — P	1,1	0,7
D — E	0,9	0,7
W — D	0,0	0,0
W — E	1,1	0,8
Medeltal	$\pm$ 0$^{\mu}$,9	$\pm$ 0$^{\mu}$,6,

värden som borde, om observationerna i och för sig kunna antagas vara lika noggranna åren 1894 och 1904, vara $\sqrt{\frac{1}{2}}$ af värdena för 1904, emedan år 1894 alla komparationer utfördes dubbelt.

Observationer.

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1		Streck	Observator	Mikroskop 2		Termometer	Före observ.	Efter observ.
1904 Dec. 22											
* P_1	2	W	10,416	10,367[1]	5	J	9,897	9,814	A	+ 14°,97	+ 15°,05
W_2	1	»	10,818	10,674	0	»	10,457	10,283	B	14,42	14,53
W_2	1	J	10,588	10,612	0	W	10,258	10,278	St S 1	14,075	14,135
* P_1	2	»	10,750	10,830	5	»	9,310	9,384			
W_1	0	W	9,970	9,922	1	J	9,659	9,648	A	15,22	15,27
* P_1	2	»	10,679	10,720	5	»	9,149	9,210	B	14,74	14,77
* P_1	2	J	10,661	10,678	5	W	9,228	9,241	St S 1	14,345	14,38
W_1	0	»	10,060	10,064	1	»	9,792	9,781			
P_2	5	J	11,029	11,066	2	W	9,489	9,515	A	15,32	15,33
*W_1	0	»	9,616	9,622	1	»	9,423	9,420	B	14,58	14,65
*W_1	0	W	9,633	9,660	1	J	9,402	9,405	St S 1	14,97	14,99
P_2	5	»	11,076	11,082	2	»	9,469	9,466			
1904 Dec. 23											
*W_2	1	J	10,888	10,864	0	W	10,341	10,340	A	13,58	13,69
P_2	5	»	11,390	11,357	2	»	9,576	9,550	B	13,13	13,23
P_2	5	W	11,195	11,188	2	J	9,347	9,353	St S 1	13,34	13,44
*W_2	1	»	10,622	10,623	0	»	10,060	10,050			
P_2	5	W	13,380	13,378	2 3	J	11,551	6,470	A	14,23	14,22
* E_1	0	»	12,857	12,834	1	»	9,474	9,457	B	13,63	13,68
* E_1	0	J	12,794	12,794	1	W	9,488	9,500	E_1	14,65	14,60
P_2	5	»	13,499	13,469	2 3	»	11,712	6,642	E_2	14,30	14,28
* E_1	0	J	11,644	11,630	1	W	8,314	8,299	A	14,28	14,32
P_1	2 3	»	10,236	15,321	5	»	8,420	8,451	B	13,97	13,86
P_1	2 3	W	10,142	15,212	5	J	8,294	8,285	E_1	14,63	14,64
* E_1	0	»	11,703	11,663	1	»	8,300	8,311	E_2	14,28	14,27

[1] Tydligen felaktiga afläsningar. Skall vara:

11.416 | 11,367 |

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1		Streck	Observator	Mikroskop 2		Termometer	Före observ.	Efter observ.
1904 Dec. 23											
* P_1	2 3	W	10,819	15,891	5	J	8,978	8,966	A	+ 14°,70	+ 14°,72
E_2	1	»	12,127	12,119	0	»	8,752	8,750	B	14,32	14,23
E_2	1	J	12,101	12,100	0	W	8,781	8,762	E_1	14,63	14,56
* P_1	2 3	»	10,216	15,308	5	»	8,452	8,439	E_2	14,26	14,22
E_2	1	J	12,081	12,056	0	W	8,752	8,730	A	14,93	14,95
* P_2	5	»	10,979	10,996	2 3	»	9,176	4,122	B	14,45	14,43
* P_2	5	W	11,059	11,101	2 3	J	9,269	4,173	E_1	14,60	14,50
E_2	1	»	12,002	11,991	0	»	8,614	8,539	E_2	14,11	14,07
1904 Dec. 27											
D_2	1	J	10,385	10,370	0	W	9,748	9,761	A	16,00	16,19
* P_2	5	»	10,820	10,810	2	»	8,945	8,930	B	15,48	15,60
* P_2	5	W	10,877	10,840	2	J	8,951	8,935	D_1	15,53	15,62
D_2	1	»	10,333	10,314	0	»	9,689	9,688	D_2	15,53	15,51
* P_2	5	W	11,376	11,376	2	J	9,433	9,440	A	16,37	16,58
D_1	0	»	10,742	10,761	1	»	10,237	10,234	B	15,95	16,14
D_1	0	J	10,726	10,745	1	W	10,270	10,299	D_1	16,09	16,13
* P_2	5	»	10,839	10,811	2	»	8,968	8,924	D_2	15,93	15,97
* D_2	1	J	10,680	10,650	0	W	10,169	10,142	A	16,85	16,87
P_1	2	»	11,090	11,122	5	»	9,227	9,268	B	16,48	16,51
P_1	2	W	11,054	11,039	5	J	9,155	9,167	D_1	16,71	16,77
* D_2	1	»	9,993	9,940	0	»	9,375	9,387	D_2	16,55	16,62
P_1	2	W	10,588	10,574	5	J	8,698	8,671	A	16,45	16,49
* D_1	0	»	10,087	10,109	1	»	9,698	9,687	B	16,08	16,18
* D_1	0	J	10,163	10,168	1	W	9,696	9,729	D_1	16,88	16,89
P_1	2	»	10,954	10,937	5	»	9,070	9,067	D_2	16,76	16,76
1904 Dec. 28											
* D_1	0	J	10,588	10,580	1	W	9,477	6,447	D_1	12,79	12,77
W_1	0	»	11,079	11,037	1	»	9,945	9,933	D_2	12,63	12,68
W_1	0	W	10,998	11,027	1	J	9,836	9,864	St S 1	11,96	12,05
* D_1	0	»	10,600	10,565	1	»	9,461	9,445			
W_1	0	W	10,859	10,810	1	J	9,691	9,638	D_1	13,05	13,06
* D_2	1	»	10,856	10,843	0	»	9,791	9,796	D_2	12,93	12,95
* D_2	1	J	10,807	10,840	0	W	9,799	9,808	St S 1	12,21	12,23
W_1	0	»	10,513	10,537	1	»	9,340	9,377			

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1		Streck	Observator	Mikroskop 2		Termometer	Före observ.	Efter observ.
1904 Dec. 29											
D_1	0	J	10,481	10,457	1	W	9,296	9,298	D_1	+ 13°,06	+ 13°,11
*W_2	1	»	9,930	9,933	0	»	8,856	8,842	D_2	12,80	12,94
*W_2	1	W	10,002	10,001	0	J	8,871	8,869	St S 1	12,57	12,76
D_1	0	»	10,453	10,440	1	»	9,229	9,233			
*W_2	1	W	10,513	10,487	0	J	9,372	9,371	D_1	13,30	13,38
D_2	1	»	11,561	11,509	0	»	10,301	10,300	D_2	13,15	13,16
D_2	1	J	11,490	11,459	0	W	10,286	10,301	St S 1	12,82	12,87
*W_2	1	»	9,980	9,971	0	»	8,922	8,914			
E_2	1	J	11,832	11,810	0	W	7,980	7,951	E_1	13,48	13,49
*W_2	1	»	10,338	11,325	0	»	9,279	9,269	E_2	13,00	13,00
*W_2	1	W	10,475	10,466	0	J	9,355	9,363	St S 1	12,91	12,95
E_2	1	»	11,887	11,900	0	»	7,987	7,994			
*W_2	1	W	10,207	10,196	0	J	9,091	9,083	E_1	13,61	13,62
E_1	0	»	12,230	12,239	1	»	8,318	8,319	E_2	13,12	13,08
E_1	0	J	12,219	12,219	1	W	8,339	8,359	St S 1	12,93	12,99
*W_2	1	»	10,240	10,230	0	»	9,145	9,139			
E_1	0	J	11,806	11,821	1	W	7,938	7,939	E_1	13,58	13,56
W_1	0	»	10,340	10,339	1	»	9,231	9,230	E_2	13,10	13,13
W_1	0	W	10,355	10,351	1	J	9,201	9,199	St S 1	12,93	12,92
* E_1	0	»	11,799	11,797	1	»	7,900	7,904			
W_1	0	W	10,695	10,694	1	J	9,499	9,500	E_1	13,63	13,63
* E_2	1	»	12,233	12,229	0	»	8,343	8,333	E_2	13,17	13,18
* E_2	1	J	12,279	12,274	0	W	8,419	8,406	St S 1	12,72	12,71
W_1	0	»	10,485	10,480	1	»	9,328	9,322			
1904 Dec. 31											
D_2	1	J	10,288	10,243	0	W	9,272	9,254	D_1	13,39	13,36
* E_2	1	»	11,950	11,943	0	»	8,274	8,290	D_2	13,34	13,33
* E_2	1	W	11,968	11,950	0	J	[1]11,260	11,255	E_1	13,50	13,50
D_2	1	»	10,467	10,433	0	»	9,444	9,436	E_2	13,15	13,18
* E_2	1	W	12,279	12,253	0	J	8,510	8,488	D_1	13,54	13,51
D_1	0	»	10,162	10,169	1	»	9,120	9,119	D_2	13,37	13,38
D_1	0	J	10,185	10,174	1	W	9,162	9,154	E_1	13,54	13,53
* E_2	1	»	12,205	12,210	0	»	8,506	8,500	E_2	13,21	13,22

[1] 8,260 8,255.

Möjligen härefter en lindrig stöt mot E.

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1		Streck	Observator	Mikroskop 2		Termometer	Före observ.	Efter observ.
1904 Dec. 31											
* D_1	0	J	10,562	10,539	1	W	9,656	9,634	D_1	+ 13°,94	+ 13°,94
E_1	0	»	11,590	11,562	1	»	7,900	7,845	D_2	13,93	13,89
E_1	0	W	11,608	11,608	1	J	7,859	7,859	E_1	13,62	13,53
* D_1	0	»	9,786	9,794	1	»	8,857	8,846	E_2	13,28	13,29
* D_2	1	W	10,170	10,139	0	J	9,199	9,182	D_1	13,95	13,92
E_1	0	»	11,795	11,790	1	»	7,981	7,962	D_2	13,89	13,84
E_1	0	J	11,750	11,757	1	W	7,972	8,002	E_1	13,37	13,37
* D_2	1	»	10,145	[1] 11,116	0	»	9,217	9,238	E_2	13,04	13,06

Komparationer 1904, Dec.

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1 korrigerad afläsning		Streck	Observator	Mikroskop 2 korrigerad afläsning	
1904 Dec. 22								
* P_1	2	W	11,406	11,358	5	J	9,895	9,810
W_2	1	»	10,816	10,680	0	»	10,457	10,285
W_2	1	J	10,591	10,617	0	W	10,260	10,280
* P_1	2	»	10,753	10,827	5	»	9,314	9,387
W_1	0	W	9,968	9,918	1	J	9,657	9,646
* P_1	2	»	10,685	10,725	5	»	9,153	9,214
* P_1	2	J	10,667	10,684	5	W	9,232	9,245
W_1	0	»	10,064	10,069	1	»	9,788	9,777
P_2	5	J	11,030	11,070	2	W	9,490	9,516
*W_1	0	»	9,622	9,628	1	»	9,426	9,422
*W_1	0	W	9,639	9,667	1	J	9,405	9,408
P_2	5	»	11,081	11,087	2	»	9,471	9,468
1904 Dec. 23								
*W_2	1	J	10,883	10,860	0	W	10,343	10,342
P_2	5	»	11,380	11,349	2	»	9,576	9,550
P_2	5	W	11,199	11,192	2	J	9,351	9,357
*W_2	1	»	10,627	10,628	0	»	10,061	10,051

[1] 10,116.

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1 korrigerad afläsning		Streck	Observator	Mikroskop 2 korrigerad afläsning	
1904 Dec. 23								
P_2	5	W	13,369	13,367	2 3	J	11,546	6,471 + 5,072
* E_1	0	»	12,852	12,830	1	»	9,476	9,459
* E_1	0	J	12,792	12,792	1	W	9,489	9,501
P_2	5	»	13,492	13,460	2 3	»	11,703	6,639 + 5,072
* E_1	0	J	11,649	11,634	1	W	8,319	8,304
P_1	2 3	»	10,238	15,312 — 5,072	5	»	8,424	8,454
P_1	2 3	W	10,149	15,212 — 5,072	5	J	8,299	8,290
* E_1	0	»	11,708	11,668	1	»	8,305	8,316
* P_1	2 3	W	10,817	15,883 — 5,072	5	J	8,979	8,966
E_2	1	»	12,132	12,124	0	»	8,749	8,747
E_2	1	J	12,106	12,105	0	W	8,778	8,759
* P_1	2 3	»	10,220	15,301 — 5,072	5	»	8,455	8,442
E_2	1	J	12,085	12,058	0	W	8,749	8,727
* P_2	5	»	10,977	10,995	2 3	»	9,180	4,115 + 5,072
* P_2	5	W	11,062	11,107	2 3	J	9,273	4,168 + 5,072
E_2	1	»	12,001	11,989	0	»	8,614	8,540
1904 Dec. 27								
D_2	1	J	10,376	10,362	0	W	9,744	9,757
* P_2	5	»	10,818	10,808	2	»	8,945	8,930
* P_2	5	W	10,873	10,837	2	J	8,951	8,935
D_2	1	»	10,326	10,309	0	»	9,686	9,685
* P_2	5	W	11,367	11,367	2	J	9,435	9,442
D_1	0	»	10,745	10,763	1	»	10,239	10,236
D_1	0	J	10,730	10,748	1	W	10,272	10,301
* P_2	5	»	10,836	10,809	2	»	8,968	8,923
* D_2	1	J	10,686	10,656	0	W	10,172	10,145
P_1	2	»	11,095	11,128	5	»	9,231	9,262
P_1	2	W	11,057	10,041	5	J	9,159	9,171
* D_2	1	»	9,930	9,937	0	»	9,379	9,390
P_1	2	W	10,591	10,576	5	J	8,696	8,670
* D_1	0	»	10,092	10,115	1	»	9,695	9,684
* D_1	0	J	10,169	10,174	1	W	9,693	9,725
P_1	2	»	10,950	10,933	5	»	9,073	9,070

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1 korrigerad afläsning		Streck	Observator	Mikroskop 2 korrigerad afläsning	
1904 Dec. 28								
* D_1	0	J	10,591	10,583	1	W	9,478	9,449
W_1	0	»	11,084	11,039	1	»	9,944	9,932
W_1	0	W	10,997	11,028	1	J	9,833	9,861
* D_1	0	»	10,604	10,566	1	»	9,463	9,447
W_1	0	W	10,855	10,808	1	J	9,688	9,636
* D_2	1	»	10,852	10,839	0	»	9,787	9,792
* D_2	1	J	10,806	10,837	0	W	9,795	9,804
W_1	0	»	10,510	10,536	1	»	9,344	9,380
1904 Dec. 29								
D_1	0	J	10,475	10,450	1	W	9,300	9,302
*W_2	1	»	9,927	9,930	0	»	8,854	8,840
*W_2	1	W	10,002	10,001	0	J	8,869	8,867
D_1	0	»	10,445	10,432	1	»	9,233	9,237
*W_2	1	W	10,510	10,482	0	J	9,376	9,375
D_2	1	»	11,561	11,505	0	»	10,303	10,302
D_2	1	J	11,484	11,451	0	W	10,288	10,303
*W_2	1	»	9,979	9,969	0	»	8,921	8,913
E_2	1	J	11,829	11,808	0	W	7,982	7,952
*W_2	1	»	10,331	10,319	0	»	9,283	9,273
*W_2	1	W	10,469	10,459	0	J	9,359	9,367
E_2	1	»	11,882	11,895	0	»	7,989	7,996
*W_2	1	W	10,211	10,201	0	J	9,094	9,086
E_1	0	»	12,231	12,240	1	»	8,323	8,324
E_1	0	J	12,221	12,221	1	W	8,343	8,363
*W_2	1	»	10,242	10,233	0	»	9,149	9,143
* E_1	0	J	11,805	11,819	1	W	7,938	7,939
W_1	0	»	10,333	10,332	1	»	9,235	9,234
W_1	0	W	10,347	10,343	1	J	9,205	9,203
* E_1	0	»	11,798	11,796	1	»	7,899	7,903
W_1	0	W	10,701	10,700	1	J	9,500	9,501
* E_2	1	»	12,234	12,230	0	»	8,347	8,337
* E_2	1	J	12,276	12,272	0	W	8,423	8,410
W_1	0	»	10,480	10,474	1	»	9,332	9,326
1904 Dec. 31								
D_2	1	J	10,285	10,245	0	W	9,276	9,258
* E_2	1	»	11,946	11,939	0	»	8,279	8,295
* E_2	1	W	11,965	11,946	0	J	8,265	8,260
D_2	1	»	10,460	10,425	0	»	9,446	9,438

Likare och läge	Streck	Observator	Mikroskop 1 korrigerad afläsning		Streck	Observator	Mikroskop 2 korrigerad afläsning	
1904 Dec. 31								
* E_2	1	W	12,276	12,253	0	J	8,512	8,490
D_1	0	»	10,169	10,175	1	»	9,123	9,122
D_1	0	J	10,191	10,180	1	W	9,166	9,158
* E_2	1	»	12,208	12,212	0	»	8,508	8,502
* D_1	0	J	10,563	10,538	1	W	9,654	9,632
E_1	0	»	11,592	11,562	1	»	7,899	7,843
E_1	0	W	11,611	11,611	1	J	9,857	7,857
* D_1	0	»	9,788	9,794	1	»	8,855	8,844
* D_2	1	W	10,176	10,146	0	J	9,203	9,186
E_1	0	»	11,794	11,790	1	»	7,983	7,963
E_1	0	J	11,752	11,759	1	W	7,973	8,004
* D_2	1	»	10,152	10,122	0	»	9,221	9,243

Tryckt den 31 juli 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

12.277

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 12.

STUDIEN

ÜBER DIE

AMERIKANISCHE COLUMNIFERENFLORA

VON

ROB. E. FRIES

MIT 7 TAFELN

MITGETEILT AM 13. NOVEMBER 1907 DURCH A. G. NATHORST UND J. ERIKSSON

UPPSALA & STOCKHOLM. ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.

BERLIN
R. FRIEDLÄNDER & SOHN
11 CARLSTRASSE

LONDON
WILLIAM WESLEY & SON
28 ESSEX STREET. STRAND

PARIS
LIBRAIRIE C. KLINCKSIECK
11 RUE DE LILLE

KUNGL. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIENS HANDLINGAR. Band 42. N:o 12.

STUDIEN

ÜBER DIE

AMERIKANISCHE COLUMNIFERENFLORA

VON

ROB. E. FRIES

MIT 7 TAFELN

MITGETEILT AM 13. NOVEMBER 1907 DURCH A. G. NATHORST UND J. ERIKSSON

UPPSALA & STOCKHOLM
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-A.-B.
1908

Übersicht des Inhalts.

Seite.

Einleitung 5

Sterculiaceæ 5

Melochia (incl. Revision der südamerikanischen Eumelochien) 5

Waltheria 13

Büttneria 15

Ayenia, Guazuma 19

Helicteres (incl. systematische Übersicht der mit actinomorphen Blüten versehenen *Helicteres*-Arten) . 20

Sterculia 26

Bombaceæ 27

Bombax 27

Ceiba 28

Malvaceæ 29

Abutilon 29

Modiola, Malvastrum, Sida (incl. systematische Übersicht der *Sect. Physalodes*) 32

Gaya, Briquetia 40

Hibiscus, Cienfuegosia 41

Pavonia (incl. systematische Übersicht der mit fünf Involucralblättern versehenen Eupavonien) . . . 42

Tiliaceæ 62

Sloanea, Apeiba, Corchorus 62

Lühea 63

Triumfetta 64

Ungeachtet die Columniferen-Familien ziemlich spät Gegenstand der Bearbeitung in Martius' Flora brasiliensis wurden, sodass die Sterculiaceen, Bombaceen und Tiliaceen erst i. J. 1886, die Malvaceen 1891—92 herauskamen, so ist doch unsere Kenntnis dieser Familien innerhalb der tropisch-amerikanischen Flora immer noch ziemlich unvollständig. Am besten zeigt sich dies vielleicht aus der lebhaften Tätigkeit, wie sie auf diesem Gebiete während der letzten Jahre geherrscht hat, und aus den vielen neuen und teilweise sehr interessanten Typen, die dabei bekannt geworden sind. Ich brauche nur an die Beiträge zu erinnern, die u. a. von K. Schumann, Gürke, Chodat, Hassler und Hochreutiner geliefert worden sind. Was die Familie *Malvaceæ* betrifft, so dürfte wohl innerhalb weniger Familien die Auffassung von der Begrenzung der Gattungen so gewechselt haben wie innerhalb dieser, was in hohem Grade dazu beigetragen hat, die Systematik zu verwirren und Massen unnötiger Synonyme zu schaffen. Monographische Behandlungen von Gattungen besonders dieser Familie sind daher nötig und wären äusserst willkommen.

Bis derartige Monographien uns vorliegen, dürften alle Beiträge und Vorarbeiten zu ihnen nicht ohne Wert sein. Dieser Umstand ist es, der mich veranlasst hat, hier eine Reihe zerstreuter Notizen über die Systematik und geographische Verbreitung der südamerikanischen Columniferen vorzulegen. Zum grössten Teil gründen sie sich auf Studien in den Sammlungen des Regnellschen Herbariums in Stockholm, hier und da aber sind sie auch durch Prüfung einzelner Gruppen in den Museen von Berlin, London und Kew, sowie der Sammlungen aus dem Herbier Boissier komplettiert, die zum Vergleich mir zur Verfügung gestellt worden sind. Das Material der betreffenden Familien im Regnellschen Herbarium war zwar Gegenstand der Bearbeitung bei der Herausgabe der Fl. brasiliensis, seitdem aber sind reiche Sammlungen hinzugekommen, die, wie sich gezeigt hat, verschiedenes von Interesse enthalten. Die wichtigsten von diesen sind diejenigen, die während der ersten Regnell'schen Expedition 1892—94 in Rio Grande do Sul, Matto Grosso und Paraguay von C. Lindman und G. Malme, sowie auf der zweiten Regnell'schen Reise innerhalb derselben Gebiete von Malme während der Jahre 1901—03 zusammengebracht wurden. Demnächst kommt, rücksichtlich der Columniferen, die wertvolle Kollektion paragu-

ayscher Pflanzen, die das botanische Museum in Stockholm von ANISITS zum Geschenk erhalten hat. Hauptsächlich aus Südbrasilien und Paraguay stammt demnach das Material, das diesen meinen Beiträgen zugrunde gelegen hat, obwohl auch andere Gegenden des wärmeren Südamerika berücksichtigt worden sind.

Bei ein paar Gattungen sind Versuche zu einer eingehenderen und vollständigeren Erörterung gewisser Artserien gemacht worden, nämlich innerhalb der Gattungen *Sida*, *Pavonia*, *Melochia* und *Helicteres*. Mangel an Zeit und hinreichendem Material hat jedoch die ganze Bearbeitung dieser Gattungen unmöglich gemacht, wie verführerisch es auch gewesen wäre, sich darauf einzulassen. Nur betreffs einer Gattung, *Wissadula*, haben die Sammlungen, die mir zugänglich gewesen, eine vollständigere monographische Übersicht erlaubt, die jedoch in einer besonderen Arbeit in kurzem vorgelegt werden soll. Zum grössten Teil machen daher die im Folgenden gelieferten Mitteilungen nur Anspruch darauf, zerstreute Aufzeichnungen zu sein, die in dieser oder jener Hinsicht unsere Kenntnis der Columniferenflora Südamerikas vermehren können; wo nur Lokale für eine Art angeführt werden, geschieht dies deshalb, weil diese aus dem einen oder anderen Anlass der Erwähnung wert erscheinen, gewöhnlich weil sie neue Gebiete der Verbreitungsarea der Art hinzufügen. Wir erwähnen es hier, um nicht in jedem einzelnen Fall besonders darauf hinweisen zu müssen.

Bevor ich zur Darlegung der Resultate meiner Studien übergehe, möchte ich hier meinen Dank allen denen bezeugen, die auf die eine oder andere Weise diese meine Arbeiten gefördert haben. Vor allem gedenke ich dabei des Intendenten der botanischen Abteilung des Reichsmuseums und damit auch des Regnellschen Herbariums in Stockholm, Herrn Prof. Dr. C. LINDMAN, der auf vielfältige Weise meine Untersuchungen erleichtert hat, ebenso sehr aber auch im besonderen der Vorstände aller der Museen, deren Sammlungen ich dank ihrem Entgegenkommen habe benutzen können.

Fam. Sterculiaceæ.

Melochia L.

Sect. Eumelochia Gris.

Die zu der Sektion *Eumelochia* gehörenden Arten sind im allgemeinen recht vielförmig und scheinen ziemlich stark durch äussere Verhältnisse beeinflusst zu werden, sodass die Begrenzung oft schwer wird; besonders gilt dies von ihren Repräsentanten innerhalb der paraguayschen und der angrenzenden Floragebiete. Da ein ziemlich gutes Material aus diesen Gegenden mir zu Gebote gestanden hat, will ich versuchen, hier eine Darstellung der Resultate zu geben, zu denen ich bei ihrem Studium gelangt bin, zumal da sie in mehreren Hinsichten von der landläufigen Anschauung abweichen.

Aus dem fraglichen Gebiet kenne ich folgende Arten: *M. parvifolia* HBK., *fasciculata* Benth., *Morongii* Britt., *anomala* Gris., *tomentosa* L. und *pyramidata* L. *Melochia lacinulata* K. Sch. et Hassl. (in Bull. de l'Herb. Boiss. II: 4, S. 69), die als nächstverwandt mit *M. parviflora* angegeben wird, gehört der *Sect. Mougeotia* an und steht dort in der Nähe von *M. hermannioides* St.-Hil.

M. parvifolia HBK. — Die Art wurde zuerst von Kunth in Nova gen. et sp. pl. 5, S. 325 nach Exemplaren aus Venezuela beschrieben. In Fl. bras. führt Schumann die Art aus Columbia, Guiana und dem nördlichen Brasilien (Pará, Piauhy und Bahia) an. Die beiden erstgenannten Exemplare habe ich Gelegenheit gehabt, im Berliner Museum zu prüfen, die beiden letztgenannten ebenso im Kewer und im Britischen Museum, und scheint es mir sicher, dass dieselben nicht eine, sondern zwei Arten repräsentieren, in der Weise, dass das Columbiaexemplar als ein Typus den anderen aus Guiana, Piauhy und Bahia herstammenden Exemplaren gegenübersteht.[1] Da nun hierzu kommt, dass ich aus Matto Grosso und Paraguay ein ziemlich reiches Material gehabt habe, das sich mit Leichtigkeit auf diese beiden Typen verteilen liess, so hat dies mich in dieser meiner Auffassung nicht anders als bestärken können.

Trotzdem ich nicht Gelegenheit gehabt habe, das Kunth'sche Originalexemplar von *M. parvifolia* zu prüfen, glaube ich doch mit demselben das eben erwähnte, in Columbia (von Karsten) eingesammelte Exemplar identifizieren zu können. Nun

[1] Das Pará-Exemplar habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu prüfen.

liegt die Sache so, dass die Guiana-, Piauhy- und Bahiaexemplare der Art zu Grunde liegen, die von BENTHAM (in HOOKER's Journ. of Bot. 4, S. 127) als *M. fasciculata* aufgestellt wird, eine Art, die jedoch von SCHUMANN unter *parvifolia* einbezogen worden ist. *M. fasciculata* hat bereits bei flüchtigem Hinsehn einen gröberen Bau und einen mehr graugrünen Farbenton, welch letzterer auf einer reicher entwickelten Behaarung beruht; die Blätter sind grösser (im allgemeinen c. 3,5 cm lang und 2 cm breit, während die Blätter bei *parvifolia* c. 2 cm in der Länge und 1 cm in der Breite messen), steifer, und — woran vielleicht am leichtesten die Arten zu unterscheiden sind — ihre ganze untere Fläche ist mit kurzen, kleinen Sternhaaren besetzt, wohingegen *parvifolia* einige vereinzelte Haare auf den gröbsten Nerven trägt, zwischen diesen aber kahl ist; hierzu kommt, dass die Infloreszenzen bei dieser letzteren ungestielt oder an ganz kurzen Stielen sitzen, bei der anderen dagegen im allgemeinen deutlich länger gestielt sind, was jedoch variieren kann.

In Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 4, S. 70 führen SCHUMANN und HASSLER die Art *parvifolia* aus Paraguay an. Hier wird *M. Morongii* BRITT. als Synonym angegeben, ein Verfahren, das ich gleichfalls nicht billigen kann (s. unten). Ferner unterscheiden sie innerhalb der Art zwei Formen, *roseiflora* und *albiflora*. Letztere stellt eben, nach Exemplaren im Herb. Boissier, eine typische *M. fasciculata* dar. Die erstere Form dagegen, gegründet auf die beiden HASSLER'schen Nummern 5896 und 6402, ist nicht einheitlich, sondern repräsentiert zwei Arten. Die erstgenannte Nummer scheint mir eine *M. parviflora* in der Beschränkung der Art, wie ich sie vorgenommen habe, zu sein, obwohl sie durch grösseren Kelch ein wenig von ihr abweicht; die letztere Nummer ist eine *M. hermannioides* ST.-HIL., eine zur *Sect. Mougeotia* gehörige Art, deren kantige Frucht ihr eine grosse Ähnlichkeit mit den Eumelochien verleiht; die Weise, wie sich die Frucht öffnet, charakterisiert sie jedoch leicht dieser gegenüber.

M. parvifolia habe ich von folgenden Lokalen gesehen: Columbia [KARSTEN; herb. Berol.]. — Venezuela [FUNCKE et SCHLIM 564; Mus. Brit.]; Lower Orinoco, Sacupana [RUSBY et SQUIRES 36; herb. Kew.]. — Brasilia: loco haud indicato [BURCHELL 8856 et 9083; herb. Kew.]; prov. Matto Grosso, Cuyabá [MALME; herb. Regn.]. — Paraguay: in regione fluminis Capibary [HASSLER 5896; herb. Boiss.]; in regione Yerbalium de Maracayú [HASSLER 4989; herb. Mus. Brit.].

M. fasciculata BENTH. in HOOK., Journ. of Bot. 4 p. 127 (1842). — Syn.: *Melochia parvifolia* ex K. SCH. in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 31, pro parte. — *Melochia parvifolia* HBK. *var. albiflora* K. SCH. et HASSL. in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 4. p. 70. — Auch diese Art habe ich sowohl aus dem nördlichen Südamerika als aus Paraguay gesehen, nämlich von folgenden Lokalen:

Venezuela: pr. Coloniam Tovar [FENDLER n. 112; herb. Boiss. et Kew.]. — Guiana anglica [SCHOMBURGK 738; herb. Berol. et Kew.]; Virara et Jacuta [APPEN 2062; herb. Kew.]. — Brasilia: Bahia, Utinga [BLANCHET 2750; ibid.]; Piauhy [GARDNER 2068; ibid.]. — Paraguay: Colonia Risso pr. Rio Apa, in cultis humidiusculis [MALME I: 1048; herb. Regn.]; Fuerte Olympo [ANISITS 2107; ibib.]; pr. Concepcion [HASSLER

7399; herb. Boiss.]; Gran Chaco ad ripam occidentalem flum. Paraguay [HASSLER 2443; leg. T. ROJAS; in herb. Mus. Brit.].

M. Morongii BRITTON in Ann. of New-York Acad. of Sciences 7 p. 62 (1892). — CHODAT in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 1 p. 402 (1901). — Wie oben erwähnt, wird diese Art von SCHUMANN und HASSLER mit *M. parvifolia* vereinigt, und unbestreitbar ist es, dass sie *M. fasciculata*, die von ihnen ja auch zu *parvifolia* gerechnet wird, sehr nahe steht. Dass ich sie hier als verschieden aufführe, beruht darauf, dass sie eine Reihe Verschiedenheiten aufweisen, denen meines Erachtens recht grosses Gewicht beizumessen ist. Während *fasciculata*, nach den Angaben, welche vorliegen, ein höherer Strauch von 1—2 m Höhe zu sein scheint, ist *Morongii* dagegen ein mit einem kräftigen Rhizom perennierendes Kraut oder, durch die Verholzung der unteren Teile, ein Halbstrauch, an den vollständigen Exemplaren, die ich gesehen, von der Basis an reich verzweigt. Die Blätter sind der Form nach mehr langgezogen, nicht rund oder eirund wie bei *fasciculata*, sondern länglich bis länglich lanzettlich und gewöhnlich zugespitzt. Die Infloreszenzen sitzen nach den Zweigspitzen zu dichter zusammen an längeren Stielen, die schon im Blütenstadium von 2 bis zu 4 cm lang sind. Ausserdem sind die Früchte mit etwas länger ausgezogenen Grannen ausgerüstet. Dagegen liefert die Behaarung kein sicheres Merkmal, da die Art in dieser Hinsicht nicht unbedeutend variiert. Das Originalexemplar und ein paar andere, die ich gesehen, sind auf allen Teilen dicht, andere dagegen etwas spärlicher graufilzig; einige zeigen eine derartige Abweichung in der Behaarung, dass ich sie als besondere Varietät, *denudata* (s. unten), aufführen zu müssen gemeint habe. Die Art ist auf Paraguay beschränkt; ich habe sie von folgenden Orten dieses Landes gesehn:

Asuncion [MORONG 201 *a*; herb. Boiss. et Kew.]; in pascuis prædii Abente [ANISITS 2731; herb. Regn.]; Estancia Tagatiya [ANISITS 2640; ibid.]; pr. Cordillera de Altos [HASSLER 1946; herb. Boiss. et Kew.].

var. denudata nov. var. — Differt a typo foliis supra et subtus novellis laxiuscule hirsutis, mox glabrescentibus et demum glaberrimis vel pilis sparsis in nervis modo sitis instructis.

Paraguay: Estancia S:a Maria. In campo, solo calcareo [ANISITS 2529; herb. Regn.].

M. anomala GRISEBACH, Plantæ Lorentzianæ p. 45 (1874). — O. KUNTZE, Rev. gen. pl. III: 2 p. 25. — Die Art ist vom südlichsten Bolivia [Tarija: R. FRIES n. 1135) bis Córdoba in Argentinien verbreitet [LORENTZ u. a.].

M. tomentosa L., Sp. pl., ed. II p. 943. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 33. — Von CHODAT wird (in Bull. de l'Herb. Boiss. II: 1, S. 402) *var. Turpiniana* K. SCH. aus Paraguay (HASSLER 1144) angeführt. Aus dem südlichsten Matto Grosso hat ausserdem MALME einige Exemplare eingesammelt, die von den Formen der *M. tomentosa* der genannten *Turpiniana* am nächsten stehen, obwohl sie in verschie-

denen Hinsichten von ihr abweichen. Der weiten Begrenzung der Art in Fl. bras. folgend, führe ich sie hier nur als eine Varietät auf:

var. mattogrossensis nov. var. — Folia ovata vel late ovata, basi rotundata vel cordata, apicem versus sensim angustata et summo apice rotundata, supra virideflavescentia, subtus paulo pallidiora, utrinque laxe (subtus densius) pilis albidis stellatis instructa, usque ad 10 cm. longa et 8,5 cm. lata; petiola ad 4,5 cm. longa; umbellæ fructiferæ ad 3,5 cm. longe pedunculatæ.

Brasilia: Matto Grosso, Corumbá [MALME II: 3072; herb. Regn.].

M. pyramidata L., Sp. pl., ed. I p. 774. — K. SCHUMANN l. c. p. 34. — Die Hauptart habe ich nicht aus den La Plata-Ländern gesehen, doch wird sie aus dem nördlichen Paraguay von HASSLER in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 4, S. 70 angeführt. Ihre Varietät *Hieronymi* K. SCH. (in Fl. bras. 12: 3, S. 35) scheint dagegen eine gemeine Art in Südbrasilien, Paraguay, Uruguay und dem nördlicheren Argentinien zu sein. Eben dieser habe ich auch gemeint ein Exemplar von Venezuela, Caracas (im Herb. Regnell.), zuweisen zu müssen.

Sect. Mougeotia GRIS.

M. ulmarioides ST.-HIL., Fl. bras. mer. I p. 126. — K. SCHUMANN l. c. p. 38. — In Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 4, S. 71 führen SCHUMANN und HASSLER vier Formen aus Paraguay auf, *sericea*, *Hassleriana* (CHOD.), *brevipedunculata* und die Hauptform. Die zweite dieser Formen ist sogar als besondere Art, *M. Hassleriana* CHOD., (in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 1, S. 403) aufgestellt worden. Bei Prüfung der Exemplare, die der Aufstellung dieser Formen zugrunde liegen, ist es mir nicht gelungen, Charaktere zu finden, die zu ihrer Unterscheidung dienen könnten, ausser was *f. brevipedunculata* betrifft. Ein Kennzeichen, das, der Länge des Infloreszenzen- oder Blütenstiels entnommen, die Form charakterisieren könnte, findet sich in Wirklichkeit kaum; dagegen zeigt die Behaarung einen durchgehenden Unterschied der aller übrigen Exemplare gegenüber. Während bei allen diesen die Blattunterseite mit, besonders auf den Nerven, zahlreichen, langen, steifen und angedrückten, glänzenden Haaren bekleidet ist und ausserdem das Mesophyll kleine, kurze Sternhaare trägt, fehlt bei *brevipedunculata* diese letztere Art von Haaren gänzlich; bei ihr kommen dagegen auf Brakteen und Kelch lange, vielzellige Glandelhaare hinzu, die ich bei den übrigen Formen der Art nicht habe wahrnehmen können.

Zu der Hauptform von *M. ulmarioides* (die demnach auch die Formen *sericea* und *Hassleriana* in sich schliesst) sowie ihrer *f. brevipedunculata* kann ich hier hinzufügen

f. albo-villosa. Folia subtus, in nervis et interstitiis, pilis longis albis flexuosis dense tecta, stellatis minoribus tamen omnino destituta; calyx bracteæque pilis glanduliferis carentes; ceterum cum typo congruit.

Paraguay: Estancia Armonia. In campis frequenter; corolla aurantiaca [ANISITS 1913; herb. Regn.].

M. decumbens n. sp. — Suffrutex decumbens, valde ramosus, ramis repentibus, $^1/_2$ m. vel ultra longis, pilis albidis patentibus longis simplicibus nec non glanduliferis numerosis intermixtis vestitis; internodia ad 4 cm. longa. Stipulæ lanceolato-subulatæ, acutæ, scariosæ, brunneæ, ciliatæ, 3—4 mm. longæ et basi 1—1,5 mm. latæ. Petioli ut ramuli pilosi, $^1/_2$—2 cm. longi, circ. $^1/_3$ longitudinis laminæ æquantes. Laminæ membranaceæ, ovato-ellipticæ, basi cordatæ, apice rotundatæ vel interdum breviter acutæ, margine dentatæ, dentibus acutis, 1—3 mm. latis et $^1/_2$—1 mm. altis, supra pilis longis simplicibus adpressis plus minus dense, interdum sparse, vestitæ, subtus paulo pallidiores et præsertim in nervis pilosæ; costa et nervi validiores supra impressi, subtus prominentes, rete venularum in superficie inferiore conspicuo, denso; laminæ ad 5 cm. longæ et 4 cm. latæ, vulgo circ. 3 × 2 cm. metientes. Paniculæ terminales, basi foliosæ, ramis strictis, pedicellis 1—3 mm. longis, hirsutis. Calyx pilosus et insuper glandulis stipitatis instructus, 4—5 mm. longus, in lacinias subulatas, acutas, 3—3,5 mm. longas et basi 1—1,5 mm. latas divisus. Corolla flavida. Forma brevistyla: petala 8,5 mm., stamina 5,5 mm. et styli 3 mm. longa. Forma longistyla: petala 9 mm., stamina 3,5 mm. et styli 5 mm. longa. Capsula dense hirsuta, calycem longitudine subæquans, coccis 3,5—4 mm. longis, tergo ad medium, ventre ad basin dehiscentibus. Semina nigrescentia, rugosa, trigono-ovoidea, 1,75 mm. longa et 1,25 mm. lata.

Paraguay: Estancia S:a Maria. In »campos cerrados» calcareis et in rupibus calcareis siccis frequentissime [ANISITS n. 2509 et 2656; herb. Regnell.].

Die Art gehört der Sektion *Mougeotia* an und zeigt engste Verwandtschaft mit *Melochia venosa* SW. und *ulmarioides* ST.-HIL.; von beiden unterscheidet sie sich entschieden durch ihren Wuchs mit niederliegenden, kriechenden Zweigen, durch die eirunde, gewöhnlich stumpfe oder kurz spitzige Form der Blätter und die kleineren, blatttragenden Infloreszenzen.

M. hermannioides ST.-HIL., Fl. bras. merid. I p. 160 tab. 32. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 39. — Syn.: *Melochia parvifolia* HBK. *var. roseiflora* K. SCH. et HASSL. in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 4 p. 70, pro parte (n. 6402). — Paraguay: Paraguari [LINDMAN A 3575 et 3845; herb. Regn.]; Estancia Armonia [ANISITS n. 1875; ibid.].

M. ramuliflora (MIQ.). — Die Art wurde zum erstenmal von BENTHAM (in HOOKER's Journ. of Bot. IV, S. 129, 1842) unter dem Namen *M. ulmifolia* beschrieben. Da jedoch im selben Jahre eine andere Art der Gattung von ST.-HILAIRE und NAUDIN unter eben diesem Namen aufgestellt und beschrieben wurde, so hat SCHUMANN in Fl. bras. den Namen der BENTHAM'schen Art in *M. Benthami* geändert, während die andere den Namen *ulmifolia* behielt. Diese Bildung eines neuen Namens durch SCHUMANN war in Wirklichkeit überflüssig, da die fragliche Art zwischen BENTHAM's und SCHUMANN's Arbeiten wenigstens zweimal unter neuen Namen als neue Arten beschrieben worden

ist, und der erste dieser Namen hätte ja angenommen werden müssen, da *ulmifolia* Benth. einmal nicht anwendbar war. Unter dem Namen *Riedleia ramuliflora* beschrieb nämlich Miquel (in Linnæa 19, S. 132. 1847) die Art nach Kappler's Exemplar Nr. 1695 von Surinam; und i. J. 1858 gründete Turczaninow auf Kappler's Nr. 1047 die Art *Riedleja*(?) *dichotoma* (in Bull. Soc. nat. Mosc. 31: 1, S. 208). Im Herb. Regnell. haben mir diese beiden letztgenannten Exemplare vorgelegen, und ausserdem habe ich sie im Brit. Museum in London mit Schomburgk's Nr. 203, worauf sich Bentham's *ulmifolia* gründet, vergleichen können, wobei sich ergeben hat, dass diese unzweifelhaft ein und dieselbe Art darstellen. Der Miquel'sche Artname, als der erste anwendbare, ist daher anzunehmen, und die Art muss folglich *Melochia ramuliflora* (Miq.) heissen. Diese erhält folgende Synonyme:

Melochia ulmifolia Benth. in Hook., Journ. of Bot. 4 p. 129. 1842.
Riedleia ramuliflora Miq. in Linnæa 19. p. 132. 1847.
Riedleja(?) *dichotoma* Turcz. in Bull. Soc. Nat. Mosc. 31: 1 p. 208. 1858.
Melochia Benthami K. Sch. in Mart. Fl. bras. 12: 3 p. 30. 1886.
» *Carthaginensis* Willd. in herb. ex K. Sch. l. c.

Die Art ist über Guiana und das nordöstliche Brasilien verbreitet. Von folgenden Lokalen habe ich Exemplare gesehen:

Guiana anglica: loco haud indicato [Schomburgk 203; herb. Kew. et Mus. Brit.]; Orcala, Corentyne River [Jenman 250; herb. Kew.]. — Surinam [Kappler 1047 et 1695; herb. Regn.]. — Guiana gallica: Maroni [Sagot 1072; herb. Kew.]. — Brasilia tropica loco haud indicato [Burchell 9216 et 9264; ibid.]; Maranhão [Gardner 5973; ibid.].

Sect. Riedlea Gris.

M. kerriæfolia Tr. et Pl. in Ann. Sc. Nat., Sér. 4. Bot. Tome 17. p. 341 (1862). — Brasiliæ prov. Matto Grosso: Corumbá [Malme II: 3042; herb. Regn.]. — Dieses Vorkommen in Südbrasilien ist von besonderem Interesse, da die Art, soweit ich weiss, bisher nur in Columbia beobachtet und von dort her beschrieben worden ist, wo Triana sie bei Ibagué 1300 m ü. d. M. fand. Das Malme'sche Exemplar habe ich mit einem Typusexemplar in Kew vergleichen können und trage kein Bedenken sie zu identifizieren.

M. melissæfolia Benth. in Hook., Journ. of Bot. 4 p. 129 (1842). — K. Schumann l. c. p. 43. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá [Malme; in herb. Regn.]. In ruderatis subhumidis, et in ora dumeti, loco temp. pluv. plus minus inundato.

M. arenosa Benth. l. c. p. 127. — K. Schumann l. c. p. 44. — Brasilia: Matto Grosso, Corumbá. In palude graminoso [Malme; herb. Regn.]. Herba (v. suffrutex) usque 1 m. alta.

Von dieser Art scheint mir die von Sp. Moore aufgestellte *M. corumbensis* kaum unterscheidbar zu sein. Die von ihm sowie die von Leeson in Matto Grosso einge-

sammelten Exemplare, die im Brit. Museum aufbewahrt werden, stimmen nämlich vortrefflich sowohl mit den MALME'schen von ebendort herstammenden als besonders mit der SCHOMBURGK'schen Nr. 519 (aus Guiana) in Kew überein, welch letztere von BENTHAM in der Originalbeschreibung zitiert wird.

Waltheria L.

W. communis ST.-HIL., Fl. bras. merid. I p. 123. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 58. — Als Beiträge zur Kenntnis der Verbreitung dieser Art sei hier folgendes angeführt:

var. tomentella K. SCH. l. c. p. 59. — Brasilia: Rio Grande do Sul, Piratiny pr. Pelotas, in campo [MALME II: 336; herb. Regn.].

var. platyphylla K. SCH. l. c. p. 59. — Brasilia: Rio Grande do Sul, Porto Alegre. In campo sicco, duro et arenoso [MALME I: 258 et II: 486; herb. Regn.].

var. glabriuscula (ST.-HIL.) K. SCH. l. c. p. 59. — Brasilia: Matto Grosso, S:a Anna da Chapada [MALME II: 1997; herb. Regn.]. In campo flammis vexato; etiam in aliis campis apricis subnudis. — Paraguay: Gran Chaco, Fuerte Olympo [ANISITS 2089; ibid.]; Estancia S:a Maria, in »campo cerrado» [ANINITS 2535; ibid.].

W. vernonioides n. sp. [Tab. III, fig. 1]. — Euwaltheria fruticosa vel herbacea, perennis, ramosa, ramis virgatis, pilis stellatis albido-cinereis tomentosis; internodia ad 6 cm., vulgo circ. 3 cm. longa. Stipulæ subulato-filiformes, hirsutæ, rubescentes, 3—4 mm. longæ, caducæ. Foliorum pelioli teretes, tomentosi, 5—7 mm. longi, superiores breviores; laminæ rigide membranaceæ, concolores vel subtus paulo pallidiores, oblongo-ellipticæ, superiores oblanceolatæ, basi rotundatæ, apice rotundatæ vel acutiusculæ, margine basin versus integræ, supra medium acute dentatæ, et supra et subtus pilis stellatis brevibus albido-cinereis vestitæ, 5-nerviæ, costa nervisque validioribus supra impressis, subtus prominentibus; laminæ ad 3,5 cm. longæ et 1,5 cm. latæ, vulgo tamen minores, 2—2,5 cm. longæ et 0,8—1 cm. latæ. Inflorescentiæ in axillis foliorum sessiles, globosæ, densæ, 0,8—1 cm. diam., prophyllis lanceolatis, acutis, circ. 4 mm. longis atque longe albido-ciliatis. Calyx turbinatus, 10-nervius, extus dense et adpresse albido-hirsutus, 5 mm. longus, ad medium in lacinias anguste triangulares, acutissimas, basi 1 mm. latas divisus. Petala calyce breviora, 3—3,5 mm. longa, limbo elliptico-rotundo, 2—2,5 mm. longo, in unguem filiformem, 1 mm. longum abrupte constricto, subtus glabro, supra ad basin pilis longis albidis sparsis instructo. Tubus stamineus 2 mm. longus, filamenta libera 1,5 mm. longa; antheræ $^3/_4$ mm. longæ. Pistillum 3,5—4 mm. longum, stylo parce piloso. Capsula 2,5 mm. longa, 2—2,5 mm. lata, compressa, apice breviter stellato-hirsuta. Semen obovatum, 2 mm. longum et 1,5 mm. latum, paulo compressum, nigrum, glabrum.

Brasiliæ prov. Matto Grosso: Cuyabá [MALME II: 3161; herb. Regn.]. In dumetis subhumidis solo argillaceo.

Der Bau der Frucht und der Blütenstände sowie die gleiche Länge der Staubblätter und des Griffels usw. stellt die Art in die Nähe von *W. Glazioviana* und *americana*. Die tief gespaltene Staubblattröhre weist auf eine engere Verwandtschaft mit der ersteren hin, von der sie sich jedoch durch eine andere Blattform und Behaarung, durch auswendig glatte und kürzere Kronenblätter von einer anderen, charakteristischen Form, mit deutlicher abgesetztem Nagel, unterscheidet. — Die Kronenblätter sind, nach MALME, gelb mit einem Stich ins Rotbraune.

Der Artname ist auf Grund der grossen habituellen Ähnlichkeit mit einigen *Vernonia*-Arten mit ungestielten Infloreszenzen in den Blattachseln längs den Zweigen gewählt worden.

W. americana L., Sp. pl., ed. I p. 673. — K. SCHUMANN l. c. p. 63. — Eine ausserordentlich vielformige Art, die eine eingehende systematische Untersuchung wohl verdient. Hier sei nur als mehr beachtenswert eine Form mit teilweise glandelhaariger Bekleidung erwähnt:

var. glandulosa nov. var. — A typo differt omnibus partibus glandulis stipitatis tomento intermixtis, in calycis lobis et præsertim in prophyllis numerosis instructis.

Paraguay: Estancia S:a Maria [ANISITS 2041; herb. Regn.].

W. macropoda TURCZ. in Bull. soc. nat. Mosc. 1858 (1) p. 216. — K. SCHUMANN l. c. p. 66. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá. In dumetis subhumidis temp. pluv. plus minus inundatis [MALME II: 2661; herb. Regn.].

Die Exemplare stimmen ausgezeichnet z. B. mit GLAZIOU's Nr. 12458 (in Kew; zitiert in Fl. brasil.) überein, dagegen nicht so gut mit BLANCHET's Nr. 2579 (dem Typusexemplar für die Art), das sich durch mehr niederliegende Zweige und schmälere, mehr behaarte Blätter auszeichnet. Möglicherweise wäre *W. macropoda* in zwei Arten zu spalten.

In Fl. bras. 12: 3, S. 67 erwähnt K. SCHUMANN als Anhang zu *Waltheria macropoda* TURCZ. eine *Waltheria*-Art, die er nur in sehr unvollständigen Exemplaren gesehen hat, und die er ad interim *W. Regnellii* nennt; eine sehr kurze Diagnose wird gleichzeitig gegeben. Da mir reicheres Material zu Gebote gestanden hat, habe ich mir eine sichere Auffassung von der fraglichen Pflanze bilden können, und es scheint mir, als wenn sie eine sichere Art repräsentiert, die sich von all den übrigen zu *Stegowaltheria* gehörigen unterscheidet. Die engste Verwandschaft weist sie mit *W. bracteosa* St.-HIL. et NAUD. auf, unterscheidet sich aber von dieser durch kürzere, im Verhältnis zur Länge breitere Blätter, oben und unten mit dichten, weissen, langen Haaren überzogen, durch dickes weisswolliges Haarkleid auf den Achsen dicht unterhalb der Blütenbüschel, durch kürzeren Kelch usw. Es sei hier eine ausführlichere Beschreibung geliefert.

W. Regnellii K. Sch. — Herba e basi ramosa, ramis usque ad 4 dm. longis, prostratis et ad nodos radicantibus; internodia ad 3 cm. longa, pilis longis cinereis vel albido-cinereis subpatentibus dense ac molliter hirsuta. Stipulæ oblique triangulares vel ovatæ basique obliquæ, apice acutæ, extus dense, intus sparsissime adpresse longepilosæ, 5—8 mm. longæ et basi 3,5—5 mm. latæ. Petioli 3—5 mm. longi, tomento caulis vestiti. Laminæ membranaceæ, ellipticæ vel oblongo-ellipticæ, basi apiceque rotundatæ, margine dentatæ (dentibus acutis, 0,5—1,5 mm. altis et 0,5—3 mm. latis), supra dense vel laxius, subtus densissime, præsertim in nervis, pilis longis simplicibus albidis vestitæ, sericeæ; nervi medii ac secundarii validiores utrinque circ. 5 supra impressi, subtus prominuli; laminæ 1,5—4 cm. longæ, 1—2,2 cm. latæ. Inflorescentiæ longe pedunculatæ, pedunculis infra glomerulos densissime albo-lanatis; stipulæ bractearum foliorum æquales, prophylli lanceolati, acuti. Calyx anguste turbinatus, extus sparse pilosus intusque glaber, 10-nervius, 5 mm. longus, in lobos triangulares et longe acuminatos, 2,5 mm. longos et basi 1,25 mm. latos divisus. Petala obovata, apice rotundata, 2,5—3 mm. longa. Staminum tubus (floris longistyli?) 1,5—2 mm. longus, filamenta libera c. 2,5 mm. longa; stylus circ. 2 mm. longus, stigmate 1,5 mm. longo penicilliforme instructus. Semen oboviforme, apice truncatum, læve, castaneum, 2 mm. longum et superne 1,5 mm. diam.

Brasilia: Minas Geraës, Uberava [Regnell III: 276; h. Regn.].

Büttneria L.

B. scabra L., Sp. pl., ed. II. p. 284. — K. Sch. in Fl. bras. 12: 3 p. 87.

var. brasiliensis K. Sch. l. c. — Brasilia: Minas Geraës [Claussen n. 91; Widgren; herb. Regn.]. Paraguay [Anisits 2802; ibid.].

var. serrata K. Sch. l. c. — Minas Geraës: Caldas [Regnell III: 282, partim; Lindberg 287 *a*, pro parte; herb. Regn.].

var. hastata K. Sch. l. c. — Minas Geraës: Caldas [Regnell III: 282 partim; Lindberg 287, partim; Mosén 4027, pro parte; herb. Regn.].

var. dentata St.-Hil. et Naud. ex K. Sch. l. c. — Brasilia: Matto Grosso, Serra das Arraras, Macoco in campo dumetoso (»cerrado»), solo glareoso [Lindman A 3007; herb. Regn.].

var. latissima K. Sch. l. c. — Minas Geraës: Caldas [Regnell III: 282*; Mosén 4027, pro parte; herb. Regn.].

B. asperrima nov. sp. [Tab. I]. — Herba 2—6 dm. alta, ramis e rhizomate crasso prodeuntibus, erectis, rigidis, simplicibus; internodia 1,5—4 cm. longa, quinquangula, viridia, angulis incrassatis pallide flavo-virentibus, præsertim in angulis dense pilis basi incrassatis instructa, scaberrima. Stipulæ subulatæ, 3 mm. longæ, mox caducæ. Folia subsessilia vel brevissime petiolata. Petioli ad 3 mm. longi,

et 3—4 mm. lati, plani. Laminæ rigidæ, flavido-virescentes, nervis pallidioribus, ellipticæ vel oblongæ vel anguste oblongæ, integerrimæ, basi acutæ et apice rotundatæ vel acutiusculæ nec non in apiculum minutum terminantes, supra et subtus pilis rigidis basique incrassatis asperrimæ; nervi 5—7 e basi radiantes, apicem versus inter se conjuncti, ut venulæ utrinque elevati et reticulum densum formantes; laminæ 7—11 cm. longæ et 2—4 cm. latæ, apicem versus ramorum decrescentes. Flores in umbellis axillaribus, 3—6-floris dispositi, inflorescentiam terminalem foliosam, sursum subnudam, usque ad 2 dm. longam formantes; pedunculi umbellarum graciles, albido-puberuli, 6—12 mm. longi; pedicelli florum laxius puberuli, graciles, circ. 5 mm. longi. Calyx glaber, siccus flavo-virescens et plus minus violaceo-striatus vel omnino violaceus; tubus c. 1 mm. longus, laciniæ anguste triangulares et longe acuminatæ, 5—6 mm. longæ et basi 1,5 mm. latæ. Petala 6—8 mm. longa, cucullo glabro, 0,5 mm. stipitato atque c. 1 mm. longo et lato, triangulari et apice truncato, alulis corniculatis, corniculis pilosulis; ligula petalorum filiformis, 4,5—6,5 mm. longa, in parte inferiore pilosula et flavo-virescens, in superiore glabra et atroviolacea. Staminodia tridentata. Ovarium globosum. Fructus globosus, circ. 1 cm. diam., muricatus, dein glabrescens. Semina fusca, oblique ovoidea, acuta, 5,5 mm. longa et 3 mm. diam.

Brasilia: Prov. Matto Grosso, Santa Anna da Chapada [Malme II: 2050; herb. Regn. — Percy Sladens Exp. n. 610; leg. A. Robert; in herb. Mus. Brit.]. — Typi in herb. Regnelliano.

Die Art steht *B. scalpellata* Pohl nahe, ist aber meines Erachtens doch von dieser getrennt zu halten, besonders da das reiche Material, das ich von der Art gehabt, keine Andeutung von einem Übergang zu *scalpellata* gezeigt hat. Die grossen, ungestielten Blätter von breit lanzettlicher oder elliptischer Form, die rauhere Behaarung und die kleineren Blüten mit schmäleren Kronenblättern zeichnen die Art aus. Möglicherweise könnte sie mit ebenso gutem Recht als Varietät neben *sessilis* unter *scalpellata* gestellt werden.

B. jaculifolia Pohl, Plant. bras. ic. II, p. 77, tab. 150 (1831). — Zu dieser Art führt Schumann in Fl. bras. folgende Synonyme an: *B. ramosissima* Benth. (non Pohl), *pentagona* Spruce und *genistella* Tr. et Pl. Ich bin entschieden der Ansicht, dass auch die von Sp. Moore aus Matto Grosso beschriebene *B. Leesoni* nicht von *jaculifolia* getrennt gehalten werden kann. Sowohl von dieser als von all den vorher genannten habe ich in London Gelegenheit gehabt, die Typusexemplare zu prüfen; sie scheinen mir alle eine Art darzustellen. Von folgenden Lokalen habe ich Exemplare von dieser Art gesehen.

Columbia: prov. Bogotá, Llano de San Martin, Bords du Meta [Triana; herb. Kew. et Mus. Brit.]. — Venezuela: Maipures [Spruce 3661; Kew.]. — Guiana anglica [Schomburgk n. 645; ibid. et herb. Berol.; n. 395; Berol. — Jenman 5515; Kew.]. — Brasilia: loco haud indicato [Burchell 8557; ibid.]; Campo do Janauari [Spruce 1280; Kew.]; Prov. Rio Negro: in vicinibus Barra [Spruce; herb. Berol. et Kew.]; Prov. Matto Grosso: sine loco accuratius indicato [Leeson; herb. Mus. Brit.]; Aricá pr. Cuyabá [Malme; Herb. Regn. Specimen foliis majusculis, 6 cm. longis et 0,7 cm.

latis instructum. — MALME II: 3263; ibid.]; Santo Antonio pr. Cuyabá [Malme I: 1254; ibid.].

B. oblongata POHL, Pl. bras. ic. II p. 75, tab. 148. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 90. — Brasilia: Minas Geraës, Uberava [REGNELL III: 283; herb. Regn.]. Matto Grosso, Santa Anna da Chapada, in palude capitis rivi [MALME; ibid.].

B. melastomifolia ST.-HIL., Fl. bras. mer. I p. 115, tab. 29. — K. SCHUMANN l. c. p. 90. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá. In cerrado, in arenoso-glareoso subhumido [MALME I: 1134 et II: 2598; herb. Regn.]; S:a Anna da Chapada [PERCY SLADENS Exp. n. 597; leg. A. ROBERT; herb. Mus. Brit.].

B. filipes MART. ex K. SCHUMANN, in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 95. — Die Art kenne ich aus folgenden Gebieten:

Brasilia: Pernambuco et Serra dos Orgãos [GARDNER 1249; herb. Boiss.]. Prov. Bahia ad Serra da Jacobina [BLANCHET 2660; herb. Berol.].

Paraguay: in regione cursus superioris fluminis Apa [HASSLER 7846; herb. Boiss.]; Cordillera do Altos [HASSLER 4085; ibid.]; ad ripam rivi Juqueri [HASSLER 1530; ibid.]; Laguna Ipecaray [HASSLER 1387 et 3367; ibid. — FIEBRIG 332; herb. Berol.]; Puesto 14 de Mayo, Palmares [ANISITS 2221; herb. Regn.]; Colonia Risso [LINDMAN A 2267 ½; MALME I: 1068 B* et 1068 C; ibid.]; Chaco, Rio Paraguay [LINDMAN A 2007; ibid.]; Villa occidental [LORENTZ 17; herb. Berol.].

Argentina: Entrerios, Colonia Hernandaria [LORENTZ, Fl. entreriana 1493; herb. Berol.]

Den floralen Teilen nach scheint die Art konstant zu sein, wohingegen sie, was die vegetativen betrifft, beträchtlich variiert. Die Achsen können mit feinem Haarfilz bekleidet oder glatt sein mit Haaren nur in den Winkeln der gröberen Nerven. Die Blattform ist jedoch das, was am meisten variiert. Typisch ist die lanzettliche Form mit stumpfer Spitze (c. 5 cm lang und c. 1,7 cm breit); doch variieren sie nach fast linearer (7×1 cm; ANISITS N:r 2221) oder eirund-elliptischer Form hin (5,5×3 cm; MALME I: 1068 B*). Zwischen diesen Extremen finden sich alle Übergangsstadien, deutlich die Extreme mit einander verknüpfend.

B. rhamnifolia BENTH. in Journ. of Bot. and Kew Misc. III. p. 164. — K. SCHUM. l. c. p. 96. — Mit dieser Art glaube ich die von SP. MOORE (in Trans. Linn. Soc. London. Bot. 2: 4, S. 318) aus Matto Grosso aufgestellte *B. campestris* identifizieren zu müssen. Sowohl im Brit. Museum als in Kew habe ich nämlich Gelegenheit gehabt, ihr Typusexemplar (SP. MOORE 1015) mit BENTHAM's Originalexemplaren von *rhamnifolia* (SPRUCE) zu vergleichen, und ich habe dabei nichts finden können, was sie von einander unterschiede; einige der SPRUCE'schen Exemplare entbehren freilich Stacheln, andere haben aber solche wie *campestris*.

Den vegetativen Teilen nach erinnert *rhamnifolia* etwas an *B. charagmocarpa* SP. MOORE (l. c., S. 320) aus Matto Grosso; die eigentümlichen Früchte mit keulenförmig verdickten Stacheln unterscheiden diese jedoch. Möglicherweise identisch mit dieser letzteren sind einige Exemplare einer *Büttneria* von Corumbá, eingesammelt

von MALME $^{19}/_{7}$ 03 in Blütenstadium. Das Aussehn der Blätter stimmt vortrefflich; das MALME'sche Exemplar hat jedoch Stacheln, die bei *charagmocarpa* fehlen. Da ausserdem Früchte fehlen, wage ich nicht sie endgültig zu identifizieren, trotz ihrer habituellen Übereinstimmungen. *B. rhamnifolia* kann es wegen der vollkommen glatten Jungsprosse und der etwas verschiedenen Blattform nicht sein. Möglicherweise haben wir hier noch eine *Büttneria*-Art, die wohl der Nachforschung wert wäre.

B. charagmocarpa ist nur in SP. MOORE's Exemplar bekannt. HASSLER's N:r 7411 aus Paraguay, die in Bull. de l'Herb. Boiss. 2: 4, S. 74 von K. SCHUMANN mit dieser Art identifiziert worden ist, ist meines Erachtens *B. filipes* MART.

B. australis ST.-HIL., Fl. bras. merid. I. p. 115. — K. SCHUMANN, l. c. p. 97. — Eine in Südbrasilien verbreitete Art (S:a Catharina [MORICAND, Herb. Boiss.; MÜLLER, SCHENCK 559, ULE 819, Herb. Berol.] und Rio Grande do Sul [SELLOW d. 1248, Herb. Berol.; LINDMAN A 257, MALME II: 797 et 880, Herb. Regn.]). Auch diese ist wie *B. filipes* den vegetativen Teilen nach sehr variabel; besonders die Blätter variieren in ihrer Form, von schmal lanzettlich bis eirund lanzettlich, und können schnell nach der Spitze zu schmäler werden oder in eine lange, meistens nach der einen Seite hin gekrümmte Spitze ausgezogen sein; die Blattspitze selbst kann abgerundet, stumpf oder scharf sein, und der Mittelnerv bisweilen in eine fadenfeine Spitze auslaufen, usw.

B. urticifolia K. SCH. l. c. p. 98. — Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: Porto Alegre, Parthenon [In dumetis densis nemoris umbrosissimi (»capäo»). LINDMAN A 377; herb. Regn.]; Tristeza pr. Porto Alegre [In silva ripæ fluminis Guahyba. MALME II: 1495; ibid.]; Piratiny pr. Pelotas [In nemore; MALME II: 174; ibid.].

B. divaricata BENTH. in HOOKER, Journ. of Bot. 4 p. 124 (1842). — K. SCHUM. l. c. p. 100. tab. 22. — Eine über das Amazonas-Gebiet und Guiana verbreitete Art. In Paraguay ist sie durch *var. guaranitica* K. SCH. et HASSL. (= *B. arborescens* K. SCH. in herb.) vertreten; aus den dazwischenliegenden Gebieten kenne ich *divaricata* nicht. Der einzige Unterschied gegenüber der Hauptart liegt in der Blattform, die bei der typischen eirund-lanzettlich mit ausgezogener Spitze, bei der Varietät fast kreisrund mit oder ohne Spitze ist. Diesen sehr nahe steht *B. muricata* SP. M. (l. c., S. 319), die meines Erachtens jedoch als besondere Art aufrechtzuerhalten ist. Mit dem Typusexemplar derselben im Brit. Museum (aus Matto Grosso, ad ripas fl. Paraguay inter Santa Cruz et Diamantino, SP. M. 636) stimmte in allem Wesentlichen ein von LINDMAN bei S:a Cruz da Barra (Matto Grosso) eingesammeltes Exemplar im Herb. Regn. (von K. SCHUMANN als *B. Lindmani* n. sp. bestimmt) überein. *Büttneria muricata* scheint demnach ein beschränktes Verbreitungsgebiet zwischen dem der *divaricata* und dem ihrer *var. guaranitica* zu besitzen.

B. celtoides ST.-HIL., Fl. bras. merid. I p. 141. tab. 28. — K. SCHUM. l. c. p. 100. — Als zu dieser Art gehörig glaube ich ein Exemplar aus Minas Geraës (Lagoa Santa: WARMING) im Berliner Museum bezeichnen zu müssen, das in allem gut mit dem Regnellschen aus S. Paulo, in Fl. bras. zitiert, übereinstimmt, abgesehen von

der bedeutend lichteren Behaarung. Die Blätter sind glatt mit vereinzelten, steifen, angedrückten Haaren sowohl auf der Ober- als auf der Unterseite. Mit *B. australis* St.-Hil., als die sie bestimmt war, hat sie nichts zu schaffen.

B. parviflora Benth., Pl. Hartwegianæ p. 114. — Equador: Insula Puna sinus guayaquilensis [Andersson; herb. Holm.].

Ayenia L.

A. spinulosa nov. sp. — Fruticulus parvus (1—2,5 dm. altus), ramis e rhizomate subterraneo prodeuntibus, erectis, simplicibus; internodia 1—2 cm. longa, teretia, lævia vel longitudinaliter striatula, pilis stellatis minutissimis in partibus novellis ramorum dense, in vetustioribus laxius vestita. Stipulæ glabræ, subulatæ, acutissimæ, diu persistentes, 3—7 mm. longæ. Petioli teretes et supra applanati, dense breviterque pilis cinereis vestiti, 0,5—1 cm. longi. Laminæ rigidæ, concolores et plus minus nitentes, glaberrimæ vel novellæ minutissime puberulæ, oblongæ vel lanceolato-oblongæ vel inferiores ovatæ vel etiam orbiculares, apice acutissimæ et spinulosæ, basi cordatæ, margine laxe dentatæ, dentibus 0,5—1,5 mm. longe spinulosis, acutissimis; nervi venulæque supra et subtus prominuli et reticulum densum plus minus rubro-coloratum formantes; laminæ maximæ 4,5 cm. longæ et 1,4 cm. latæ, vulgo tamen paulo minores, inferiores minimæ, et tantum 5 × 5 mm. metientes. Flores 1—4 in axillis foliorum siti, pedunculis 2—5 mm. longis, breviter stellato-hirsutis et glabrescentibus, fructiferis recurvis glabris. Calyx scariosus, 2,5 mm. longus, extus tenuiter puberulus, laciniis lanceolatis, acutis, trinerviis, 2 mm. longis et 1 mm. latis. Petalorum ungues filiformes, c. 3 mm. longi, cucullus 1,5 mm. longus, glaber. Capsula subglobosa, 5—6 mm. diam., fragillima, aculeis tenuibus, facile detergibilibus, 1—1,5 mm. longis dense vestita. Semina atra, foveolata, 2—2,5 mm. longa, 1,5 mm. lata.

Paraguay: Estancia S:a Maria [Anisits 2585 et 2895]; Pulé-cué [Anisits 2625]. In »campo cerrado», solo calcareo frequenter. — Typi in herb. Regnelliano.

Durch die angeführten Charaktere sich von den übrigen *Ayenia*-Arten unterscheidend, besonders gekennzeichnet durch die steifen, glatten Blätter und ihre charakteristische Zähnung.

Guazuma Plum.

G. ulmifolia Lam. — K. Schumann in Martius, Fl. bras. 12: 3 p. 80.

var. α glabra K. Sch. l. c. p. 81. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá. In silva ripæ fluminis [Malme II: 2542; herb. Regn.].

var. β tomentella K. Sch. l. c. — Brasilia: Matto Grosso, inter Coxipó et Cuyabá [Malme II: 2623; herb. Regn.]. In »cerrado» denso.

var. γ tomentosa (HBK.) K. Sch. l. c. — Paraguay: Colonia Risso pr. Rio Apa [Malme I: 1064; herb. Regn.]; Chaco, Rio Negro [Lindman A 2203; ibid.]; B:hia das Conchas [Anisits 2269 et 2286; ibid.].

Helicteres L.

H. Lhotzkyana (Schott et Endl.) K. Sch. in Martius, Fl. bras. 12: 3 p. 19. — Syn.: *Orthothecium Lhotzkyanum* Schott et Endl. Melet. p. 31; nomen nudum. — Eine im südlichen Matto Grosso und in Paraguay gemeine Art, auch westlich bis Bolivia (Velasco: O. Kuntze; herb. Berol.) vorkommend. Mit dem Originalexemplar im Berliner Herbarium stimmen in allen Hinsichten zahlreiche paraguaysche Exemplare (von Colonia Risso: Malme 990 B, 1042 und 1042*; San Salvador: Anisits 2333; Herb. Regnell. — Hassler 7370 et 7370a im Herb. Boiss. und Brit. Mus. sub nomine *H. orthotheca* Sp. Moore) und ebenso die von Sp. Moore bei S:a Cruz in Matto Grosso eingesammelten Exemplare überein, auf welche hin seine *H. orthotheca* aufgestellt ist. Diese Art scheint mir daher kaum als von *Lhotzkyana* verschieden aufrechterhalten werden zu können. Aus Cuyabá sammelte Malme (II:2565) eine etwas abweichende Form der Art ein, ausgezeichnet durch grösseren Kelch und bedeutend lichtere Bekleidung mit Sternhaaren. — Ob die von Britton (in Bull. Torrey Bot.Club 16, S. 154) aufgestellte *H. Rusbyi* von *Lhotzkyana* verschieden ist, wage ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Dies möchte ich jedoch für das Wahrscheinlichste halten, nach einem Typusexemplar im Brit. Museum zu urteilen, das bemerkenswert grössere Blätter mit lichterer Behaarung auf der Unterseite hat.

Einige von Malme im südlichen Matto Grosso eingesammelte Exemplare scheinen mir eine bisher nicht beschriebene Art der *Orthocarpaea*-Serie zu repräsentieren:

H. acuminata nov. sp. [Tab. II, fig. 1—2]. — Arbor (v. frutex), ramis cortice primo fusco, demum cinereo striatulo tectis, ramulis novellis pilis stellatis cinereo-ferrugineis breviter tomentosis; internodia 0,5—1 cm. longa. Stipulæ subulatæ, acutæ, stellato-tomentosæ, circ. 1 cm. longæ et basi vix 1 mm. latæ. Petioli teretes et supra paulo applanati, ut ramuli tomentosi, 1—1,5 cm. longi. Laminæ membranaceæ, ovatæ, basi cordatæ (incisura aperta, 2—5 mm. profunda), apicem versus sensim in cuspidem longam angustatæ, summo apice acutæ, margine dupliciter dentatæ, supra cinereo-virides et pilis albidis stellatis minutis densiuscule vestitæ, majoribus sordide ochroleucis sparsioribus intermixtis, subtus pallidiores, albido-cinereæ et densius breviterque stellato-tomentosæ, 7—9—nerviæ, nervis validioribus supra et præsertim subtus prominulis, venulis supra inconspicuis, subtus reticulum laxum formantibus; laminæ 8—12 cm. longæ, 4—7 cm. latæ. Gynophorum (fructiferum) sursum valde curvatum, rigidum, glabrum, longitudinaliter striatum, 8—10 cm. longum. Fructus rectus, 2,8—4,2 cm. longus; folliculi stellato-tomentosuli, cinerei, dorso acute carinati, lateribus convexis.

Brasilia: Matto Grosso, Corumbá [$^{9}/_{4}$ 03; Malme]. Typi in herb. Regnelliano.

Was die Art hauptsächlich auszeichnet, ist ihre charakteristische Blattform, mit der in eine schmale Spitze auslaufenden Blattspreite [Vgl. Taf. II. Fig. 1 und 3].

Die Bekleidung ist ausserdem rauher, nicht so weichwollig wie bei *Lhotzkyana*, die Früchte etwas kleiner und wollhaarig.

H. ovata LAM. — K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3 p. 23. tab. 5. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá. In ripa rivuli loco aperto [MALME; herb. Regn.].

Die Darstellung der mit actinomorphen Blüten versehenen *Helicteres*-Arten in Fl. bras. scheint mir in einigen Hinsichten der Korrektur und Komplettierung zu bedürfen. Es sei hier daher ein Überblick über die südamerikanischen hierhergehörigen Arten gegeben, wobei der Übersichtlichkeit wegen zuerst folgendes Bestimmungsschema seine Stelle finden möge:

I. Stamina 6. — *H. pentandra* L.
II. » 8. — *H. Sacarolha* ST.-HIL.
III. » 10.

A. Petala minima, ad ungues alatos reducta; prophylli lineares. — *H. Eichleri* K. SCH.

B. Petala magna, calycem plus minus superantia.

1. Calyx pilis stellatis stipitatis muscosus. — *H. muscosa* MART.

2. » » » sessilibus plus minus dense tomentosus vel tomentellus.

α) Prophylli filiformes. — *H. aspera* ST.-HIL. et NAUD.

β) » majores oblongo-lanceolati.

*) Prophylli valde inæquilateri, ciliato-serrati, purpureo-nigri. — *H. lenta* MART.

**) Prophylli integerrimi.

†) Folia subtus stellato-hirsuta.

°) Rami virgati, foliis subtus dense hirsutis, scaberrimis (reticulo venularum pilis rigidis nitentibus vulgo occulto); inflorescentia multiflora; calycis lobi late triangulares. — *H. Pilgeri* nov. sp.

°°) Folia subtus laxe hirsuta (reticulo densissimo pilis sparsis non occulto); inflorescentia biflora.

* Calyx pilis stellatis, majoribus gracilibus intermixtis vestitus; lobi longe et anguste acuminati. — *H. retinophylla* nov. sp.

** Calyx pilis stellatis minutis vestitus; lobi breviter acuminati. — *H. Lindmanii* nov. sp.

††) Folia subtus dense tomentosa, sordide flavescentia; calyx albo-tomentosus, lobis anguste triangularibus. — *H. mexicana* HBK.

†††) Folia subtus sordide breviterque cinereo- vel albido-tomentella. . . *H. guazumæfolia* HBK.

γ) Prophylli majores suborbiculatæ. *H. corylifolia* NEES et MART.

H. pentandra L., Mantissa altera p. 294. — DC., Prodr. I. p. 476. — K. SCHUMANN, in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 15. — Syn.: *Helicteres proniflora* RICH., Act. soc. hist. nat. Paris p. 111. et DC., Prodr. I p. 476 [ex K. SCHUMANN l. c.]. — *Helicteres bracteosa* MART. in Beibl. zur Flora 22: 1 p. 15. — Hab. in Guiana batava et gallica et in Brasiliæ provinciis septentrionalibus Amazonas et Pará [vidi in herb. Regnell. HOSTMANN 361a et KAPPLER 240 e Surinam reportata].

H. Sacarolha ST.-HIL., Pl. usuelles tab. 64; Fl. bras. mer. I p. 214. — K. SCHUM. l. c. p. 16. — Hab. in prov. Brasiliæ meridionalibus: Goyaz, Minas Geraës, São Paulo et Matto Grosso [ex num. RIEDEL n. 1890; WARMING; CLAUSSEN; REGNELL III: 272; MOSÉN 1125; MALME I: 1214 et II: 3119 ad Cuyabá].

H. Eichleri K. SCHUM. in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 16. tab. 6. fig. 2. — Brasiliæ prov. Bahia [SELLOW?; herb. Berol.].

H. muscosa MART. in Beibl. zur Flora 22: 1 p. 14. — K. SCHUM. l. c. p. 26 tab. 6. fig. 1. — Brasilia: Prov. Piauhy [GARDNER n. 2059; in herb. Berol. (sub nom. *Hel. Gardneriana* ST.-HIL. et NAUD. a SCHUM. det.) et in Kew]. Prov. Bahia, Serra d'Açuruá [BLANCHET 2834; ibid.; in herb. Berol. sub nom. *Hel. asterotrichus* MORICAND].

H. aspera ST.-HIL. et NAUD. in Ann. sc. nat., Sér. II: 18 p. 213. — K. SCHUM. l. c. p. 19. — Brasilia: loco haud indicato [BURCHELL 8984; herb. Kew.]; Prov. Goyaz, Villa de Anayas [GARDNER 3596; ibid. et in Mus. Brit.]. Etiam in prov. Piauhy [ex SCHUMANN].

H. lenta MART. in Beibl. zur Flora 22: 1 p. 15. — K. SCHUM., l. c. p. 18. — Species a me non visa; in prov. brasiliense Pará ad Almeirim inventa [MARTIUS].

H. Pilgeri nov. sp. — Syn.: *Helicteres guazumæfolia* ex PILG. in ENGL., Bot. Jahrb. 30 p. 173 (non HBK.). — Frutex arborescens usque ad 4 m. altus, parce ramosus, ramis plus minus erectis virgatis pilis stellatis ochraceo-cinereis adpressis nitentibus dense vestitis, scabris; internodia teretia, ad 4 cm. longa, vulgo tamen c. 2 cm. metientia. Folia distiche disposita (ramis dorsoventralibus). Stipulæ subulatæ, stellato-hirsutæ, 5—7 mm. longæ, persistentes. Petioli teretes vel supra plus minus evidenter canaliculati, ut ramuli stellato-hirsuti et scabri, 2—4 mm. longi et c. 1,5 mm. diam. Laminæ rigide membranaceæ, subdiscolores, ovatæ, basi obliquæ, rotundatæ vel paulo cordatæ, apice breviter acuminatæ, summo apice acutæ, margine dentatæ (dentibus acutis, 1—2,5 mm. latis, $^1/_2$—1,5 mm. altis), supra obscure virides

(siccæ nigrescentes) et pilis stellatis adpressis laxe obsitæ, scabræ, subtus pallide virides et densius pilis stellatis cinereo-olivaceis rigidis nitentibus vestitæ; nervi medii et primarii 5—6 e petiolo radiantes supra subplani, subtus valde prominentes, rete venarum subtus elevato, reticulo densissimo venularum pilis occulto; laminæ 3,5—10 cm. longæ, 2—5,5 cm. latæ. Inflorescentiæ axillares, e dichasiis nonnullis compositæ, foliis breviores vel plus minus æquilongæ; pedicelli cinereo-tomentosuli, circ. 3 mm. longi; prophylli lineari-lanceolati, rubescentes, integri, acuti, 6—7 mm. longi et 1—1,5 mm. lati. Flores actinomorphi. Calyx inflato-tubulosus, rubescens, extus pilis stellatis minutis albidis laxe instructus, intus glaber (laciniis modo puberulis), 1,9—2,2 cm. longus; lobi breves, late triangulares, acuti, 1—1,5 mm. longi et 2—3 mm. lati. Petala calycem 4—6 mm. excedentia, rubra, unguibus filiformibus, 1 mm. latis, limbis spathulatis extus margineque pilosulis. Gynophorum rectum, parcissime et minutissime pilosulum, 3—3,5 cm. longum. Stamina fertilia 10, filamentis 3—4 mm. longis, antherisque 1,5—2 mm. latis; staminodia 5, circ. 2 mm. longa. Fructus circ. 5 cm. longe pedunculati (pedunculis rigidis patentibus), breviter cylindrici, uno anfractu gyrati, 2—2,5 mm. longi et 8—10 mm. diam.; folliculi dorso acute carinati vel obtusi, stellato-hirsuti, glabrescentes, rostro erecto apiculati. Semina oblonga, 2 mm. longa et 1 mm. diam.

Brasilia: loco haud indicato [Burchell 9012; herb. Kew.]. Matto Grosso, Cuyabá [Pilger 317; herb. Berol. — Malme I: 1214 B et 1214 B* et II: 1787; herb. Regn.]. Inter frutices, loco subhumido.

Kennzeichnend für die Art sind die langen, unverzweigten Sprosse die an *Hel. Sacarolha* St.-Hil. erinnern, die charakteristisch rauhe Behaarung mit dichten, festen, glänzenden Sternhaaren und die kurz dreieckigen Kelchzipfel.

H. retinophylla nov. sp. — Syn.: *Helicteres guazumæfolia* auct. pro parte. — Arbor vel frutex ramosus, ramis cortice fusco-cinereo rimuloso tectis, novellis pilis stellatis majusculis subadpressis vestitis, demum glabrescentibus; internodia 1—3 cm. longa. Folia distiche disposita, ramis dorsoventralibus. Stipulæ subulatæ, acutæ, parce pilosæ, 6—7 mm. longæ et vix $^1/_2$ mm. latæ, deciduæ. Petioli teretes vel supra applanati, tomento ramulorum sed densiore vestiti, 4—7 mm. longi. Laminæ membranaceæ, subconcolores,, ovatæ, basi leviter obliquæ, rotundatæ vel vulgo paulo cordatæ, apice breviter acuminatæ et summo apice acutæ, margine dentatæ, interdum plus minus evidenter dupliciter dentatæ (dentibus acutis, 1—4 mm. latis, $^1/_2$—2 mm. altis), supra pilis stellatis majusculis adpressis laxe vestitæ deinque plus minus glabrescentes, subtus sparsissime pilis stellatis instructæ, interdum fere glabræ; nervi primarii 7 a petiolo radiantes atque secundarii validiores supra subplani, subtus valde prominentes; reticulum venularum supra inconspicuum, subtus evidenter conspicuum, impressum et densissimum; laminæ vulgo 5—8 cm. longæ et 2,5—4 cm. latæ. Flores actinomorphi, in dichasiis bifloris 4—6 mm. longe stipitatis siti; pedicelli 1,5—2 mm. longi; prophylli lanceolati vel lanceolato-oblongi, acuti, integri, 6—7 mm. longi, 1,5—3 mm. lati. Calyx tubulosus et paulo inflatus, circ. 23 mm. longus, rubescens, extus pilis stellatis minutis majoribusque mollibus gracilibus laxiuscule vestitus; lobi

longe et anguste triangulares, acuti, 3,5—4,5 mm. longi et basi c. 2 mm. lati. Petala calycem 5—8 mm. excedentia, purpurea. Gynophorum rectum, minutissime puberulum, 3,7—4 cm. longum. Stamina fertilia 10, filamentis 4—6 mm. longis antherisque c. 1,5 mm. latis; staminodia 5, fertilibus subduplo breviora. Fructus solitarii vel geminati, pedunculis erectis, 3,5—4,5 cm. longis rigidis suffulti, cylindrici, uno anfractu gyrati, 2,5—2,8 cm. longi et c. 1 cm. diam.; folliculi dorso rotundati vel acute carinati.

Mexico: loco non indicato [ex herb. Ruiz et Pavon; in Mus. Brit. sub nom. »*Helicteres biflora*»]; San Blas [Plants of Beechey's Voyage. Coll. G. F. Lay et A. Collie; ibid. et Kew]; Vallée de Córdoba [Bourgeau 1485; herb. Kew. et Holm.]. — Costarica: Rio Ceibo près de Buenos Aires [Pittier et Durand, pl. costar. 6564; leg. Pittier; herb. Boiss.]. — Columbia: Aguachica [Schlim 512; ibid. et Kew]; S:a Martha [Purdie; Kew. — Herbert Smith 378; herb. Regnell.].

Die Art zeichnet sich vor allem durch die spärlich stehenden Sternhaare sowohl auf der Ober- als der Unterseite der Blätter aus, welche das Mesophyll und das äusserst feine Netzwerk, das die Nervenverzweigungen bilden, nicht verdecken, ferner durch den grossen Kelch mit lang ausgezogenen spitzen Zipfeln, grosse Kronenblätter usw.

H. Lindmanii nov. sp. — Syn.: *Helicteres corylifolia* Sp. Moore in Trans. Linn. Soc. London. Ser. II. Bot. IV. p. 316 (1895). — Frutex pergrandis arborescens divaricatus, ramis cortice cinereo-fusco, rimuloso obtectis, novellis pilis stellatis sordide cinereo-flavescentibus laxiuscule tomentosis. Internodia 1—1,5 cm. longa. Stipulæ linearisubulatæ, acutissimæ, stellato-hirsutæ, caducissimæ, c. 5 mm. longæ et 0,5 mm. latæ. Folia biseriatim disposita (ramis dorsoventralibus); petioli teretes vel supra paulo applanati, indumento ramulorum vestiti, 5—7 mm. longi; laminæ tenuiter membranaceæ, subconcolores, ovatæ vel late ovatæ, paulo obliquæ, basi leviter cordatæ, apice breviter acuminatæ et summo apice obtusiusculæ, margine crenato-dentatæ (crenaturis obtusiusculis, 1—3 mm. latis, 0,5—1 mm. altis), supra virides et pilis stellatis cinereo-flavidis laxe disseminatis instructæ, subtus paulo pallidiores et laxe stellato-hirsutæ; nervi medii et validiores (6—7 e petiolo radiantes) supra subplani, subtus sicut venæ majores elevati, reticulum venularum supra inconspicuum, subtus evidenter conspicuum, subimpressum et densissimum; laminæ 4,5—9 cm. longæ, 2,5—5,5 cm. latæ. Flores actinomorphi, in dichasiis bifloris, 5—6 mm. longe stipitatis suboppositifoliis dispositi, pedicelli 1—2 mm. longi; prophylli oblongo-lanceolati, acuti, integerrimi, c. 1 cm. longi et 0,4 cm. lati. Calyx tubulosus vel paulo inflatus, rubescens, c. 2 cm. longus, extus pilis stellatis albidis minutis majoribusque nonnullis intermixtis laxiuscule vestitus; lobi triangulares, acuti, 2,5—3 mm. longi et basi 2—2,5 mm. lati. Petala rubra, calycem 8—10 mm. longe excedentia, unguibus filiformibus, c. 1 mm. latis, limbis cuneato-spathulatis, minutissime pilosulis, ad 6 mm. latis. Gynophorum rectum vel levissime sursum curvatum, sparsissime pilosulum, circ. 4 cm. longum. Stamina fertilia 10, filamentis 4—5 mm. longis et antheris 1,5—2 mm. latis; staminodia 5, 2—3,5 mm. longa. Fructus 4—5 cm. pedunculati, 1—1 1/2 anfractu gyrati, c. 2—3,5 cm. longi et 0,9—1,2 cm. diam., folliculis dorso acute carinatis.

Brasilia: loco haud accuratius indicato [BURCHELL 6623; herb. Kew.]. Prov. Piauhy [GARDNER 2158; ibid. — GARDNER 2052; herb. Boiss.]. Rio de Janeiro [GLAZIOU 9640 (cult.); herb. Kew.]. Prov. Matto Grosso [SPENCER MOORE 294; ibid. et in herb. Berol. — Palmeiras: LINDMAN A 2601; herb. Regn.].

Steht *Helicteres Pilgeri* nahe, unterscheidet sich aber von ihr durch andere Verzweigung, durch dünnere Blätter, die habituell etwas an die von *Corylus Avellana* erinnern und mit lichterer und nicht so rauher Behaarung versehen sind, durch längere und schmälere Kelchzipfel usw.

H. mexicana HBK., Nov. gen. et sp. pl. 5. p. 305. — DC., Prodr. I p. 476. — Costarica: Forêts des collines de Nicaya [PITTIER n. 13495; leg. TONDUZ; herb. Boiss. et Kew.]. Panama [N. J. ANDERSSON; herb. Holm.]. Columbia, Magdalena [KALBREYER 674; Kew].

Obwohl es mir nicht gelungen ist, KUNTH's Originalexemplar von *H. mexicana* zu Gesicht zu bekommen, glaube ich doch die angeführten Exemplare mit der genannten Art identifizieren zu können, da sie in so vielen wichtigen Charakteren (Blattgrösse, der dichte Wollfilz, die ausgezogenen spitzen Kelchzipfel usw.) ausgezeichnet mit der gelieferten Beschreibung übereinstimmen. Von dieser weichen sie jedoch durch die mehr spitzigen Blätter ab. Das Originalexemplar stammt, wie der Artname angiebt, aus Mexiko (inter Masatlan et Chilpancingo).

H. guazumæfolia HBK., Nov. gen. et sp. pl. 5. p. 304. — DC., Prodr. I p. 476. — K. SCHUM., l. c. p. 17. — Hab. in Venezuela, unde spec. vidi ad Caripa collectum [HUMBOLDT; in herb. Berol.] et ad Maypures ad flum. Orinoco [SPRUCE 3611; Kew]. Verosimiliter etiam in Panama et America centr. crescens.

var. Gardneriana (ST.-HIL. et NAUD.). — Syn.: *Helicteres Gardneriana* ST.-HIL. et NAUD. in Ann. Sc. nat., Sér. II: 18 p. 212. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 28. — *Helicteres guazumæfolia* HBK. *var. parvifolia* K. SCH. l. c. p. 18. — Venezuela: Caicara, Orinoco [SPRAGUE; herb. Kew.]. Guiana anglica [SCHOMBURGK; ibid.]. Brasilia: Minas Geraës, Banks of Rio San Francisco [GARDNER 4443; ibid.]; Rio de Janeiro [GLAZIOU 9638 (cult.) et 13407; ibid.]; Prov. Matto Grosso [SP. MOORE 904 et 1002; herb. Berol.]; S:a Cruz da Barra in dumetis (»capoeira») LINDMAN A 2601 b; herb. Regn.]. Paraguay: Colonia Risso pr. Rio Apa, in dumetis minus densis campi Copernicíis obsiti [MALME I: 1018 et 1018*; ibid.); F:te Olympo, in insula fluminis [ANISITS 2181; ibid.]; in regione vicine Igatimi [HASSLER 5653; herb. Kew.]; pr. Concepcion [HASSLER 7230; ibid.].

Das Originalexemplar zu ST.-HILAIRE et NAUDIN's *Hel. Gardneriana* [GARDNER 4443], das ich in Kew zu prüfen Gelegenheit gehabt habe, stimmt vollständig mit den Exemplaren überein, worauf SCHUMANN in Fl. bras. seine *H. guazumæfolia var. parvifolia* gegründet hat. Die erstere wird von ihm gleichfalls in Fl. bras. unter den unsicheren Arten aufgeführt; vermutlich hat er nicht Gelegenheit gehabt, ein GARDNER'sches Exemplar zu prüfen. Die sehr nahe Verwandtschaft der Pflanze mit *gua-*

zumæfolia ist unzweifelhaft, weshalb sie hier als Varietät unter der genannten Art beibehalten wird.

H. corylifolia NEES et MART. in Nov. Act. Nat. Cur. 12 p. 44. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 17. — Syn.: *Helicteres involucrata* MORICAND, Plantes nouv. d'Amér. t. 63. — *Helicteres bracteata* MART. in sched. — *Isora corylifolia* SCHOTT et ENDL., Meletem. bot. 31. — Brasilia: loco non indicato [MARTIUS 2415; herb. Regn.]. Prov. Bahia, Serra Jacobina [BLANCHET 2682; in herb. Berol., Kew. et Mus. Brit. — MORICAND; Kew].

Charakterisiert durch die unten graufilzigen Blätter (tomentella), an Form und Grösse denen von *Corylus Avellana* ähnlich. Die fast kreisrunde Form der Bracteen kennzeichnet die Art besonders und unterscheidet sie scharf von den übrigen Arten.

Sterculia L.

St. striata ST.-HIL. et NAUD. in Ann. Sc. nat., Sér. II: 18 p. 213 (1842). — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 10. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá, loco subhumido sat solitaria [MALME I: 1204; herb. Regn.]; Corumbá [MALME II: 3062; ibid.]. »Arbor mediocris, habitu fere *Aesculi Hippocastani*, cortice sublævigato.»

Fam. Bombaceæ.

Bombax L.

B. gracilipes K. Sch. in Martius, Fl. bras. 12: 3 p. 221. tab. 42. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá [Malme II: 1797; herb. Regn.].

Die Art ist, soweit bekannt, auf die Provinz Matto Grosso beschränkt, wo sie zuvor von Weddell und O. Kuntze angetroffen worden ist. Nach Malme kommt sie in »cerrados» vor, vorzugsweise auf steinigen Lokalitäten; sie blühte im Juni. Bei der Blüte entwickelten sich keine neuen Blätter. Ein ziemlich kleiner Baum mit der für so viele Cerradosbäume charakteristischen, dicken, rissigen Rinde.

B. marginatum (St.-Hil.) K. Sch. l. c. p. 223. tab. 44. — Von Cuyabá sammelte Malme [II: 1799] ein *Bombax* ein, das meines Erachtens zu dieser Art zu rechnen ist, in einigen Charakteren jedoch von all den zahlreichen Exemplaren aus Minas Geraës, die ich gesehen, abweicht und daher als besondere Varietät hier angeführt sei:

var. obcordatum nov. var. — A typo differt foliolis obcordatis (latitudine maxima in tertia parte superiore), apice insigniter emarginatis, supra et subtus sparsius hirsutis, 8,5—17 cm. longis et 5—9 cm. latis.

Sie blühte im Juni und Juli und nach Angabe von Malme an nacktem Zweig. Hierin scheint auch ein Unterschied von *marginatum* zu liegen, welche Art nach Schumann (in Fl. bras.) und nach den Exemplaren, die ich gesehen, Blätter und Blüten gleichzeitig trägt. Doch habe ich selbst beobachtet, dass eine andere Bombacee, *Chorisia insignis*, in Bolivia und Argentinien in dieser Hinsicht sich verschieden verhalten kann, weshalb vielleicht diesem Umstand nicht allzu viel Gewicht beigelegt werden darf. Wichtiger ist dagegen, dass die Varietät nach Malme behaarte Früchte haben soll, während *marginatum* beständig glatte hat; es wurden jedoch keine Früchte eingesammelt. — Sie kam in »Cerrados», besonders in unreinen (Ruderalcerrados), vor. Die Rinde grün, stark chlorophyllhaltig.

B. elegans nov. sp. [Tab. IV, fig. 1—2]. — Arbor. Folia longe petiolata, septenata; petiolus ca. 2 dm. longus, teres, (siccus) striato-sulcatus, glaberrimus et

præcipue basin versus glaucus, apice in discum subrotundum, planum, c. 12 mm. diam. metientem dilatatus; foliola longe petiolulata; petioluli 3—3,5 cm. longi, rigidi, teretes, glauci et glaberrimi, basi non articulati; laminæ coriaceæ, glaberrimæ, marginatæ, ellipticæ, basi valde cordatæ atque apice rotundatæ et insigniter emarginatæ, nervo medio et secundariis utrinque 12—14 supra planis subtusque prominentibus; foliola maxima 19 cm. longa et 11 cm. lata. Pedunculi glabri, sicci nigrescentes, 2—3 cm. longi et 3—4 mm. diam. Flores præcoces. Calyx campanulato-cupuliformis, glaber, margine integer et paulo ciliolatus, basi glandulis 7—9 notatus, ad 2,2 cm. altus et 1,5 cm. diam. Petala late linearia, acutiuscula, sicca extus olivaceo-tomentella, basi et margine in præfloratione tecto albida, intus basi glaberrima, apicem versus albido-tomentosa, 9 cm. longa (vix nondum rite evoluta), 1,5 cm. lata. Tubus stamineus glaberrimus, striatus, circ. 1,5 cm. longus; filamenta basi non connata, petalis subæquilonga; antheræ hippocrepiformes, 2,5—3 mm. longæ. Pistillum petalis æquilongum, stigma in lobos 5 lanceolatos, 3 mm. longos divisum. Capsula glabra.

Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá. In »cerrados» [Malme; herb. Regn.].

B. elegans zeigt die grösste Verwandtschaft mit dem über die brasilianischen Provinzen Minas Geraës und São Paolo verbreiteten *longiflorum* (Mart. et Zucc.) K. Sch. und mit dem in Bolivia vorkommenden *B. Rusbyi* E. G. Bak. (in herb.; nicht beschrieben). Von beiden unterscheidet es sich durch die kürzeren und gröberen Blättchenstiele und durch die grossen, breit zungenförmigen Blättchen, die an der Basis eingebuchtet mit schmalem Einschnitt (s. Fig. 1 auf Taf. IV) und an der Spitze abgerundet und ausgerandet sind. Keine der beiden genannten nahverwandten Arten habe ich nach dieser sehr schönen und leicht erkennbaren *Bombax*-Art hin variieren sehen.

Ceiba Gærtn.

C. Burchellii K. Sch. in Martius, Fl. bras. 12: 3 p. 211. — Brasilia: Matto Grosso, João de Conto pr. S:a Anna da Chapada; cult.? [Lindman A 3521 1/2; herb. Regn.]. Mense Jan. florebat.

C. Rivieri (Dcne.) K. Sch. l. c. p. 212. tab. 41. — Syn: *Eriodendron Rivieri* Dcne., Miscell. bot. 1880. p. 3. — Brasilia: Prov. Goyaz [Glaziou n. 20207; herb. Regn.].

Fam. Malvaceæ.

Abutilon L.

A. Flückigerianum K. Sch. in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 370 tab. 67 (1891). — Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: Porto Alegre [Malme; herb. Regn. — Canôas pr. Porto Alegre: Malme II: 793; ibid. — São Leopoldo: Malme II: 1390; ibid.].

A. umbelliflorum St.-Hil., Fl. bras. merid. I p. 204 (1827). — K. Schumann l. c. p. 371. — Im Regnellschen Herbarium kommen mehrere Exemplare einer *Abutilon*-Art vor, die alle aus der Provinz Rio Grande do Sul herstammen, und die ich nach der Beschreibung dieser Art zuweisen zu müssen glaube. Sie sind in der Gegend von Porto Alegre [Malme I: 116 et 116*; Malme II: 766] und bei Canôas [Reineck et Czermak II: 156] eingesammelt. Dieses letztere ist unter dem Namen *Ab. Briquetii* Hochr. n. sp. verteilt worden; eine Beschreibung einer solchen Art ist mir jedoch nicht bekannt. *Ab. umbelliflorum* ist auch zuvor nur aus der Provinz Rio Grande do Sul bekannt; es kommt am Waldrande und in lichtem Unterholz vor.

Im Reichtum der Behaarung variiert die Art etwas; bei einigen Exemplaren sind die Sprossachsen ausserordentlich reich mit langen unverzweigten Haaren besetzt und die Blätter auf beiden Seiten sehr dick filzwollig, andere haben spärlichere Haare und dünnere Wollbekleidung. Mit dem ersteren Charakter scheinen kürzere Infloreszenzstiele, mit dem letzteren länger ausgezogene verbunden zu sein. Doch ist die Grenze zwischen den beiden Formen nicht scharf.

A. ramiflorum St.-Hil., Fl. bras. merid. I p. 199. — K. Schumann in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 378. — Syn: *Wissadula Hassleriana* Chod. in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 1 p. 400 (1901). — Brasiliæ prov. Matto Grosso: Coxipó pr. Cuyabá, in »capoeira» subhumida [Malme II: 1726; herb. Regnell.].

A. Itatiaiæ n. sp. [Tab. III, fig. 10]. — Arbor (v. frutex) ramis teretibus cortice fusco rimuloso tectis, novellis pilis minutis stellatis albo-flavidis dense vestitis, in var. β insuper pilis longis simplicibus instructis; internodia ad 5 cm. longa. Folia

spiraliter disposita. Stipulæ lineares, acutæ et basi paulo angustatæ, nervo unico prominente instructæ, utrinque stellato-tomentellæ, 7—10 mm. longæ et circ. 1 mm. latæ. Petioli ut ramuli tomentelli, angulati, 4—8 cm. longi, laminis bis vel ter breviores. Laminæ tenuiter membranaceæ, discolores, 7-nerviæ, ovatæ et indivisæ vel raro apicem versus lobulo uno alterove parvo instructæ, basi rotundatæ vel vulgo cordatæ (incisura ad $^1/_2$ cm. profunda, aperta), apice in cuspidem longam, augustam et summo apice obtusiusculam productæ, margine subrevoluto dentatæ (dentibus obtusiusculis, 1—3 mm. latis et 1—1,5 mm. altis), supra virides et pilis longis simplicibus laxe instructæ, subtus densissime et brevissime pilis stellatis candido- (in nervis flavescenti-) tomentellæ, in var. β insuper pilis simplicibus longioribus vestitæ; nervi validiores supra subplani vel prominuli, subtus prominentes, venulæ supra impressæ, subtus reticulum conspicuum elevatum formantes; laminæ 11—16 cm. longæ et 5—11,5 cm. latæ. Inflorescentiæ axillares, paucifloræ, petiolis duplo breviores vel rarius subæquilongæ; pedicelli graciles, ut ramuli tomentelli, 1,5—3 mm. longi et 3—4 mm. infra calycem articulati. Alabastra globosa, breviter (circ. $^1/_2$ mm. longe) apiculata, apicem versus costata. Calyx basi rotundatus, intus apice extusque stellato-tomentellus, 8—9 mm. longus, lobis ovatis, acuminatis, 4—5 mm. longis et basi 4—5 mm. latis. Corolla pallide citrina, 1,2—1,5 cm. longa, petalis late cuneatis, apice rotundatis, extus puberulis et basi margine albo-pilosis. Androecium corolla duplo brevius, 6—7 mm. longum, tubo conico, 3 mm. longo, albo-piloso. Fructus 6—8-merus, pilis longis, albis, rigidis dense pilosus, circ. 13 mm. altus et 18—20 mm. diam.; carpidia papyracea, matura nigrescentia, subrectangularia, apice truncata et in angulo externo rostro 4 mm. longo instructa, ovulis 2 superioribus juxtapposita, 1 inferiore. Semina reniformia, fusca, breviter et laxe albo-pilosa, 2,5—3 mm. longa.

var. α tomentella [Tab. III, fig. 10]. — Ramuli, petioli foliaque semper simplicia pilis longis simplicibus destituta.

Brasilia: Serra do Itatiaia, pr. Maciera [P. DUSÉN n. 241]. Specimina mense Maio collecta, floribus fructibusque paucis instructa. — Typus in herb. Regnelliano.

var. β hirsuta. — Ramuli, petioli, florum pedicelli atque folia, interdum lobulata, subtus pilis longis simplicibus patentibus plus minus dense vestita.

Brasilia: Serra do Itatiaia, pr. Maciera [$^1/_7$ 02. C. MOREIRA; floribus fructibusque immaturis ornata]. — Typus in herb. Regn.

Ausserordentlich wohlverschieden von allen übrigen *Abutilon*-Arten durch die charakteristische Blattform und die Behaarung, die Blütenstände und den Fruchtbau.

A. fluviatile (VELL.) K. SCH. in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 399. — Syn.: *Sida fluviatilis* VELL., Fl. flum. VII t. 18. text. ed. NETTO p. 263. — Von der Art, die bisher nur aus Rio de Janeiro bekannt ist, habe ich Exemplare im Regnellschen Herbarium gesehen, die sowohl aus der Provinz São Paulo [Campinas; HEINER] als aus Matto Grosso [S:a Anna da Chapada: MALME II: 2063] herstammen. Sie scheint demnach eine ausgedehnte Verbreitung über das zentrale Brasilien zu besitzen.

A. Bedfordianum (Hook.) St.-Hil. et Naud. in Ann. Sc. Nat., Sér. II: 18 p. 48 (1842). — K. Schumann l. c. p. 417. — Syn.: *Sida Bedfordiana* Hook. in Bot. Mag. tab. 3892.

subsp. 1. concolor (K. Sch. l. c.). — Folia concoloria, utrinque glabra; calyx tomentellus, basi siccus niger, lobis apicem versus cinerascentibus.

Brasilia: sine loco accuratius indicato [Sellow; herb. Regn. et Kew.]; Organ Mountains [Gardner 320; herb. Kew.].

subsp. 2. discolor (K. Sch. l. c.). — Folia subtus manifeste canescenti-tomentella vel insuper hirsuta, magis reticulata, supra pilis minutissimis, sub lente acuta modo conspicuis inspersis; calyx cinereo-ferrugineus, subtomentosus.

var. α tomentella R. E. Fr. — Folia subtus tomentella; alabastra (apiculo incluso) ad 1,2 cm. longa; petala 2,5—2,8 cm. longa.

Brasiliæ prov. Minas Geraës: loco non indicato [Widgren 470, 507 et 508 pro parte; herb. Regn.]; Caldas [Regnell III: 168, partim; ibid.]; inter Ouro Fino et Monte Zion [Regnell III: 168 partim; ibid.]; Bagyary [Regnell III: 168 pro parte; ibid.; leg. Henschen]; Serra do Itatiaia, in silva 1400—1500 m. s. m. [Hemmendorff n. 548; ibid.].

var. β hirsuta R. E. Fr. — Internodia novella, petiola foliaque tomentella et insuper pilis patentibus hirsuta; alabastra atque petala ut in var. α.

Brasilia: Minas Geraës [Widgren 508 pro parte; herb. Regnell.]; Caldas [Regnell III: 168, partim; ibid.].

var. γ grandiflorum R. E. Fr. — Indumentum varietatis α simile; alabastra c. 1,4 cm. longa, petala 3,5 usque ad 4 cm. longa.

Brasilia: Itatiaia, pr. 1:a Maciera [P. Dusén 641; herb. Regnell.].

A. Malmeanum n. sp. — Frutex arborescens usque ad 4 m. altus, ramulis pilis stellatis dense ac molliter flavescenti-tomentosis; internodia usque ad 15 cm. longa (vel etiam longiora?). Stipulæ triangulari-lanceolatæ, acutæ, subtus tomentosæ, supra tomentellæ, 0,7—1,3 cm. longæ et basi 1,5—3 mm. latæ. Petioli teretes, supra basin versus applanati, ut caulis tomentosi, usque ad 1 dm. longi et laminis subduplo breviores, in foliis superioribus decrescentes. Laminæ membranaceæ, valde discolores, rotundato-ovatæ vel superiores ovatæ, indivisæ vel majores apicem versus leviter trilobatæ (lobulis lateralibus 1—2 cm. longis), apice acutæ vel longiuscule acuminatæ, basi cordatæ (incisura usque ad 3 cm. profunda, angusta et acuta vel lobis etiam interdum invicem tegentibus), margine leviter crenatæ (crenaturis acutis, 1—3 mm. latis, circ. ½ mm. altis), supra virides et brevissime puberulæ atque pilis majoribus simplicibus vel stellatis laxe (præcipue in nervis validioribus) instructæ, subtus dense

et molliter albo-tomentosæ, 7-nerviæ, nervis validioribus venulisque densis supra impressis, subtus prominulis; laminæ maximæ 2 dm. longæ et 1,5 dm. latæ. Inflorescentiæ in apicibus ramorum pauciforæ, pedicellis tomento ramulorum vestitis, floriferis 2—3 cm. longis, fructiferis ad 5 cm. accrescentibus. Calyx basi rotundatus, extus dense stellato-tomentosus, basin versus lutescens, circ. 18 mm. longus et in lacinias lanceolato-triangulares, acutas, 10—13 mm. longas et basi 6—8 mm. latas divisus. Corolla flava et in postfloratione rubescens, 28—30 mm. longa, petalis oblongo-spathulatis, 12—15 mm. latis, extus in latere tegente sparse puberulis et basi margine albo-pilosis. Androecium circ. 2 cm. longum et petalis conspicue brevius, tubo glaberrimo. Styli 2—3 mm. longiores. Fructus 12-merus, subglobosus, circ. 1,5 cm. diam., extus dense stellato-tomentosus, cinereus, nitens. Carpidia seminibus numerosis instructa.

Brasiliæ prov. Matto Grosso: Santa Anna da Chapada [Malme II: 1989; herb. Regnell. — Sladen's Exped. n. 480, leg. A. Robert; herb. Mus. Brit. et Berol.].

In dem Schema der tropisch-amerikanischen *Abutilon*-Arten, das Schumann in Flora brasiliensis mitteilt, würde *Ab. Malmeanum* seinen Platz in der Nähe von *A. Regnellii* erhalten. Von diesem unterscheidet es sich durch weniger gelappte Blätter, wodurch es einen Übergang zu der mit ganzen Blättern versehenen Artserie bildet, durch breite Nebenblätter, längere Kelchzipfel und verschiedene Behaarung des Kelches, durch kürzeres Androecium im Verhältnis zur Krone, an der Basis behaarte Kronenblätter u. s. w.

Modiola Mnch.

M. Jäggianum K. Sch. in Engler u. Prantl, Nat. Pfl.-fam. Nachtr. p. 237. — Syn.: *Modiolastrum Jäggianum* K. Sch. in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 278. — E. G. Bak. in Journ. of Bot. 31 p. 368. — Die Art gehört wegen der beiden entwickelten Samen in jedem Karpid der Gattung *Modiola* an und bildet die dritte Art innerhalb derselben. Sie ist nur aus Argentinien [Concepcion del Uruguay in Entrerios: Lorentz] bekannt.

Malvastrum A. Gr.

M. Garckeanum K. Sch. **var. paranense** K. Sch. in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 267—268. — Brasilia: Rio Grande do Sul, Povo Novo pr. Pelotas. In ora dumetosa silvæ paludosæ [Malme II: 394; herb. Regn.].

Neu für Brasilien, in dessen südlichem Teil diese schöne Art vorkommen dürfte. Die Hauptart ist nur aus Uruguay bekannt, die Varietät vom »flumen Paraná».

Sida L.

S. tomentella Miq. in Linnæa 22 p. 553. — K. Schumann l. c. p. 309. — Brasilia: Matto Grosso, S:a Anna da Chapada. In »capoeira» [Malme II: 3401; herb. Regnell.].

S. tuberculata n. sp. [Tab. III, fig. 7—9]. — Frutex e radice palari humilis, jam basi ramosus, ramis suberectis vel adscendentibus, in parte inferiore nudis, apicem versus foliosis ramulisque secundariis sparsis suberectis instructis, novellis minute stellato-tomentosulis, demum glabrescentibus. Internodia 0,5—1 cm. longa, infra petiolum tuberculum acutiusculum (unum vel interdum bina), rectum vel retrorso-hamatum gerentia. Folia spiraliter disposita; stipulæ angustissime lineares, acutissimæ, 1-nerviæ, virides vel rubescentes, sparse ciliatæ, diu persistentes, 5 mm. longæ et basi 0,5 mm. latæ; petioli breves (3 mm. longi), teretes et supra canaliculati, in sulco præsertim tomentosi; laminæ rigidæ, lineari-oblongæ, acutæ, basi truncatæ, margine partis tertii inferioris integræ, ceterum autem dentatæ, supra virides dentibus margineque purpurascentibus, glabræ vel pilis longis sparsis simplicibus instructæ, infra pallidiores et albido-cinereæ pilisque stellatis tomentellæ, trinerviæ; costa (sicut nervi validiores pauci) supra impressa, subtus prominula, venulæ inconspicuæ; laminæ 1,5—2 cm. longæ, 0,5—0,7 cm. latæ. Flores solitarii, axillares; pedunculi erecti et stricti, minutissime tomentelli vel glabri, vulgo rubro-colorati, foliis paulo breviores, fructiferi 1—1,8 cm. longi; calyx minute puberulus, fructum amplectens, quinquangulatus, 10-nervius, nervis basi flavidis et incrassatis, apicem versus sicut marginibus laciniarum purpureo-coloratis, tubo plus minus turbinato et 3 mm. longo, laciniis triangularibus, acutissimis, margine ciliatis et 2—2,5 mm. longis. Fructus e carpidiis 6—7 formatus, immaturus 2,5—3 mm. longitudine et diametro metiens, glaber; carpidia supra sulcata, dorso plana et reticulata.

Brasilia: Minas Geraës [1845; WIDGREN; in herb. Regn. — Caldas. $^{25}/_{2}$ 1846. REGNELL III: 165*; ibid.].

Die Art ist in Flora brasiliensis infolge einer gewissen habituellen Ähnlichkeit mit *Sida linearifolia* ST.-HIL. verwechselt worden. Die Anzahl der Karpiden und das Vorkommen von kleinen Stacheln unterhalb der Blattstiele unterscheidet sie jedoch scharf von dieser und stellt sie in die Nähe von *Sida Glaziovii* K. SCH. Dieser gegenüber ist sie jedoch auch durch zahlreiche Merkmale gut charakterisiert, wie durch breit abgestumpfte Blattbasis, 3-nervige, schmälere Blattspreite, vereinzelt sitzende Blüten, andere Behaarung auf Blättern und Kelch, durch 6—7, nicht 10 Karpiden usw.

S. Regnellii n. sp. [Tab. III, fig. 2—6]. — Herba (annua?] vel basi lignescens perennans, radice palari lignosa, simplex vel parcissime ramosa, erecta, 3—4,5 dm. alta; caules virides, in partibus junioribus dense, in vetustioribus laxius breviterque pilis stellatis albido-cinereis tomentosi et insuper pilis (c. 2 mm. longis) rectis simplicibus albidis sparse instructi; internodia usque ad 4,5 cm. longa. Folia spiraliter disposita; stipulæ 5—7 mm. longæ, subulato-filiformes, tomentosæ, mox caducæ; petioli ad 2 cm. longi, supra canaliculati, ut caulis tomentosi et pilosi; laminæ membranaceæ anguste oblongæ vel oblongo-lanceolatæ, basi rotundatæ aut subcordatæ, 2,5—4,5 cm. longæ et 1—1,7 cm. latæ, apice acutæ vel rotundatæ, margine serratæ, supra virides et pilis stellatis brevibus albidis laxe hirsutæ, subtus paulo pallidiores densiusque stellato-tomentosulæ, 5—7-nerviæ, nervis validioribus supra impressis, subtus prominentibus. Flores solitarii in axillis foliorum superiorum, ramulo accessorio vulgo comitati; pedi-

celli stricti, tomentosi, fructiferi 1—1,8 cm. longi, apice incrassati et 2—3 mm. infra calycem articulati; calyx campanulato-turbinatus, 10-nervius, tomentosus, 6 mm. longus, circ. ad medium in lacinias triangulares, acutas, 2,5—3 mm. longas et 3,5 mm. latas incisus. Fructus 11—13-merus; carpidia ovato-oblonga, basi apiceque rotundata, apice tamen interdum apiculo brevissimo instructa, dorso sulcata, in parte inferiore glabra sed reticulata, in parte superiore pubescentia sed lævia, 3 mm. longa, 2 mm. lata. Semina triangulari-reniformia, paulo complanata, glaberrima, pallide umbrina et nitida, 1,5 mm. diam.

Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: Porto Alegre pr. Mennino Deus [In campo dumetoso; MALME; in herb. Regn.]; Santa Maria [In campo subruderali; MALME; ibid.].

Die Art steht in der Nähe von *Sida acuminata* DC., *Rojasii* HASSL. und *purpurascens* SALZM. und dürfte wohl mit der letztgenannten am engsten verwandt sein. Von der ersten dieser Arten unterscheidet sie sich u. a. durch die vollständig glatten Samen, die grösseren Karpiden und die langgestielten Blätter, von *purpurascens* durch rundere Blattspitze, kleineren Kelch und retikulierte Karpiden, von *Rojasii* durch kleinere und schmälere Blätter, glatte Samen usw. Die verschiedene Behaarung (das Vorkommen langer, einfacher Haare in dem aus kurzen Sternhaaren bestehenden Filz) und die grössere Anzahl von Karpiden in der Frucht charakterisiert ausserdem *Sida Regnellii* gegenüber allen dreien obengenannten Arten.

S. potentilloides ST.-HIL., Fl. bras. merid. I p. 178. — K. SCHUMANN in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 334. — Von MALME sowohl in Rio Grande do Sul [Piratiny pr. Pelotas; II: 335] als in Matto Grosso [S:a Anna da Chapada, II: 3403, und Cuyabá (in cerrados subruderalibus glareosis), II: 2693] eingesammelt. Über das nördliche Argentinien, Uruguay und Südbrasilien bis hinauf nach Minas Geraës verbreitet.

S. angustissima ST.-HIL. l. c. p. 179. — K. SCHUMANN l. c. p. 336. — Mit dieser Art dürfte oft *Sida spinosa v. angustifolia* (LAM.) GRIS. (= *Sida angustifolia* LAM.) verwechselt worden sein, welche beiden Arten habituell einander recht sehr ähneln. So habe ich im Stockholmer Museum Exemplare von *angustissima* gefunden, die der anderen Art zugewiesen waren und von Portorico (SINTENIS Nr. 3295) und Columbia (S:a Maria: HERBERT H. SMITH Nr. 462 et 463) herstammen. Von Columbia ist die Art bereits zuvor bekannt (in *var. Moritziana* K. SCH. in Fl. bras.), von Westindien dagegen habe ich sie nicht angegeben gefunden.

Von *S. spinosa v. angustifolia* ist jedoch *angustissima* bei näherem Zusehen leicht durch mehrere Charaktere zu unterscheiden, wie durch das Fehlen von Stacheln unterhalb der Blattstiele, durch die grössere Anzahl (7—9, nicht 5) der Karpiden und durch die nach unten gerichteten Widerhäkchen an der Granne derselben.

Sect. Physalodes GRIS.

Da ich betreffs dieser kleinen Artengruppe zu einer etwas abweichenden Auffassung gekommen bin, als wie sie von K. SCHUMANN in Fl. brasiliensis dargestellt worden

ist, so sei hier der Versuch zu einer Übersicht ihrer amerikanischen Arten gegeben. An der genannten Stelle hat SCHUMANN 3 Arten angeführt: *S. hastata* ST.-HIL., *macrodon* DC. und *flavescens* CAV.; meines Erachtens ist die Gruppe gegenwärtig aus folgenden 4 Arten gebildet: *hastata* ST.-HIL., *macrodon* DC., *intermedia* ST.-HIL. und *urticæfolia* ST.-HIL.

S. hastata ST.-HIL., Fl. bras. merid. I. p. 190 tab. 36 f. 2 (1827). — K. SCHUMANN in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3 p. 288 tab. 56. — E. G. BAK. in Journ. of Bot. 30 p. 140. — Syn.: *Sida physocalyx* A. GRAY, Pl. Lindheim. II p. 162.

var. α tomentosa R. E. FR. Folia supra dense stellato-hirsuta, subtus pilis stellatis mollibus densibus et insuper majoribus rigidis sparsioribus intermixtis tomentosa.

Brasilia: S:a Catharina [TWEEDIE; herb. Kew.]. Uruguay: sine loco indicato [SELLOW d. 470; herb. Regn. et Berol.]; Maldonado [TWEEDIE; herb. Kew. — FOX n. 369; ibid.]; Bords de Rio Negro pr. Mercedes [GIBERT n. 242; ibid.]. Argentina: Buenos Aires [TWEEDIE; Kew. — GILLIES n. 35; ibid.]; Prov. de San Luis, Estanzuela [GALANDER; herb. Berol.].

var. β glabriuscula R. E. FR. Folia supra parcissime hirsuta vel glabriuscula, subtus pilis majoribus rigidis stellatis plus minus laxe instructa, minoribus mollibus destituta.

Arizona: Santa Cruz Valley [PRINGLE; herb. Berol.]. — Texas [LINDHEIMER Fasc. IV, n. 583; herb. Berol., Kew. et Mus. Brit. — WRIGHT n. 51 et 54; Kew. — Colorado River, Eastern Texas: HALL n. 60; ibid. — San Antonio, SW. Texas: PALMER n. 88; ibid. — Kerrville, Kerr County, Southern Texas: HELLER; Kew et Mus. Brit. — New Mexico [F. S. EARLE et ESTHER S. EARLE n. 352; Mus. Brit. — Organ Mountains, Dona Ana County, alt. 5,000': WOOTON 560; Kew]. — Mexico [J. GREGG n. 472; ibid. — Parras, State of Coahuila: PALMER 87; ibid.; — Mexican Boundary Survey n. 96; ibid.]. — Argentina: Prov. de Salta [Pasaje del Rio Juramento: HIERONYMUS et LORENTZ; Berol.]; Prov. de Córdoba [Córdoba: HIERONYMUS, GALANDER; ibid. — Sierra chica de Córdoba, Calera: GALANDER; ibid. — El Manzano inter San Vincente et Rio Zeballos: GALANDER; ibid.]; Prov. de Buenos Aires [Sierra Chaco: LORENTZ n. 227; ibid. — Sierra de la Ventana: LORENTZ 304, ibid; DUSÉN 6282, in herb. Regn. — Sauce Chico: LORENTZ 302; herb. Berol.]; Nacurutú in delta flum. Paraná [KULLBERG; herb. Regn.]. — Uruguay: sine loco accuratius indicato [SELLOW d 296; herb. Berol.]; Montevideo [SELLOW; ibid.]; Campo del Rio Negro pr. Paso de los Toros: ARECHAVALETA; ibid.].

Bemerkenswert ist die eigentümliche Verbreitung, welche die Art aufweist. In Südbrasilien, im nördlichen und zentralen Argentinien und in Uruguay hat sie ein Verbreitungszentrum; in Mexiko und den südlichen Staaten von Nordamerika besitzt sie ein zweites, und in dem dazwischen liegenden Gebiet fehlt sie, wie es scheint, gänzlich. Eine Prüfung von Originalexemplaren aus dem nördlichen Gebiet [*Sida physocalyx* A. GRAY] hat keinen Unterschied von den südamerikanischen Exemplaren ergeben. Die Varietät *tomentosa* habe ich bisher nur aus Uruguay und Argentinien, *glabriuscula* dagegen aus beiden Gebieten gesehen.

S. macrodon DC., Prodr. I. p. 464 (1824). — A. Jussieu in St.-Hilaire, Fl. bras. merid. I p. 187. — K. Schumann in Martius, Fl. bras. 12: 3. p. 289, pro parte. — E. G. Bak. in Journ. of Bot. 30 p. 140, partim. — De Candolle's Originalbeschreibung ist sehr kurz und unbestimmt. Eine ausführlichere liefert dagegen Jussieu (l. c.), der auch seiner Angabe gemäss seine Exemplare mit denen De Candolle's verglichen und übereinstimmend gefunden hat. Sowohl Schumann als Baker identifizieren St.-Hilaire's *intermedia* mit *macrodon*, was ich aus Gründen, die im Folgenden unter dieser Art angeführt werden sollen, nicht billigen kann. Mit *S. macrodon* vereinigen diese beiden Verfasser ferner auch *S. physaloides* Presl. (Rel. Haenk. II, S. 105), die aus Peru stammt. Über die Berechtigung dieses Verfahrens wage ich mich nicht mit Sicherheit auszusprechen, da ich nicht Originalexemplare zur Verfügung gehabt habe; doch halte ich sie nicht für wahrscheinlich, da *physaloides* u. a. der Angabe nach nur 5 Karpiden in jeder Frucht enthält, was niemals bei *macrodon* der Fall ist.

Aus Paraguay hat Hochreutiner (in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 5, S. 291) auf Grund von Hassler eingesammelten Materials eine Art *Sida cymbalaria* aufgestellt, die der hier behandelten Gruppe *Physalodes* (oder *Calyxhymenia*) angehört. Obwohl Originalexemplare mir nicht zugänglich gewesen, schien sie mir nach der Beschreibung wenig von *macrodon* verschieden, was ganz neulich von Hassler bestätigt worden ist. Dieser hat nämlich (in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 7, S. 728) teils einige der Exemplare, worauf die Art *cymbalaria* gegründet worden war, aus der fraglichen Sektion ausgesondert und sie unter *Sida rubifolia* (der *Sect. Malvinda* angehörig) placiert, teils, was von der Art übrigblieb, unter *Sida macrodon* als eine *var. cymbalaria* (Hochr.) Hassl. gezogen.

Da demnach die von Verfassern für *S. macrodon* angeführte Verbreitung nicht für die Art in der Begrenzung, wie sie von St.-Hilaire und mir genommen wird, gilt, will ich hier die Lokale anführen, von denen ich Exemplare der Art gesehen habe.

Brasilia: loco haud indicato [St.-Hilaire: herb. Berol. — Burchell 4025, 4418—2, 5709; herb. Kew.]. Prov. Minas Geraës: loco non accuratius indicato [Widgren; herb. Regn.]; Sierra da Maeda [Sellow B. c. 1421; herb. Berol.]; São Julião [Schwacke 8326; ibid.]; S. João del Rei [Comm. Geogr. e Geol. de Minas 1310; ibid.]; Uberava [Regnell II: 18*; herb. Regnell.]; Caldas [Regnell II: 18, Lindberg 294 et Mosén 4017; ibid.]. Prov. São Paulo [Sellow 218[1]; herb. Berol. — São Paulo et Rio: Weir; herb. Kew. — pr. Taubaté: Riedel 1530; ibid.]. Prov. Paraná [Dusén; herb. Regn.]. Prov. Rio Grande do Sul: Porto Alegre, Morro da Policia, in declivibus apricis montis [Malme; ibid.]; loco non accuratius indicato [Sellow d. 2044; herb. Berol.].

Argentinæ prov. Missiones: Pelador, Sierra de S:a Ana [Niederlein 263; herb. Berol.]; Candelaria in campo [Niederlein 83; ibid.].

Paraguay: Estancia S:a Maria [Anisits 2356; herb. Regn.]; in regione Yerbalium de Maracayú [Hassler 5085; herb. Mus. Brit.].

[1] Vgl. Urban in Engler's Bot. Jahrb. 17 p. 196.

Bolivia: Coripati, Yungas [MIGUEL BANG 2164 partim; herb. Boiss. et Kew.].

S. macrodon besitzt ein recht geringes Variationsvermögen und ist immer leicht zu erkennen. Die langen unverzweigten Haare, die in dem kurzen Sternhaarfilz eingestreut sitzen, können jedoch dichter oder spärlicher stehend vorkommen oder auch fast ganz fehlen; die Anzahl der Karpiden wechselt auch etwas, von 7—10, in der unvergleichlich überwiegenden Anzahl der Fälle beträgt sie jedoch 8. [Taf. 3, Fig. 11].

Ein Individuum, welches das oben angeführte MIGUEL BANG'sche Exemplar begleitete und unter derselben Nummer verteilt wurde, bietet wegen seines etwas verschiedenen Aussehens ein gewisses Interesse. In der allgemeinen Wachstumsweise, der Blattform, der Länge der einzeln sitzenden Blütenstiele, dem Aussehen des Kelches u. a. stimmt es ausgezeichnet mit *S. macrodon* überein. Die Behaarung ist jedoch so verschieden, dass hier meines Erachtens wahrscheinlich eine besondere Art vorliegt, die als solche abzusondern ist, wenn nur erst reichlicheres und vollständigeres Material vorliegt. Statt des für die Sprossachsen, Blütenstiele und besonders für die Blattunterseite bei *macrodon* so charakteristischen Überzuges mit weissem, äusserst kurzem und dichtem Sternhaarfilz tritt hier eine spärlichere, aber aus langen Sternhaaren gebildete Haarbekleidung auf, die der Pflanze ein sehr abweichendes Aussehen verleiht; dazu kommt, dass die Anzahl der Karpiden an der Frucht, die ich gesehen, sich auf 6 beschränkt, ob dies aber konstant ist, kann ich natürlich jetzt nicht entscheiden.

S. intermedia ST.-HIL., Fl. bras. merid. I p. 188. tab. 36 fig. 1. — ST.-HILAIRE's Auffassung von dieser Art — er hält sie von *S. macrodon* DC. getrennt — hat bei keinem der späteren Verfasser Billigung gefunden. Sowohl SCHUMANN (in MART., Fl. bras. 12: 3, S. 290) als auch BAKER (in Journ. of Bot. 30, S. 140) vereinigen sie nämlich mit der genannten *macrodon*. Schon ST.-HILAIRE hat jedoch nachdrücklich betont, weshalb er die beiden Arten auseinanderhalten zu müssen meint, und zu eben dieser Auffassung bin auch ich nach Untersuchung eines umfangreichen Materials, das mir zur Verfügung gestanden hat, gekommen. Als wichtige und leicht zu beobachtende Unterscheidungsmerkmale seien hier erwähnt, dass die Blüten bei *intermedia* gewöhnlich paarweise oder zu dreien sitzen und von kurzen, schlaffen Stielen getragen sind, welch letztere im allgemeinen nicht einmal auf dem Fruchtstadium den Blattstiel überragen, nur dann und wann einmal ganz unbedeutend länger sind als diese, wohingegen bei *macrodon* die Blüten einzeln oder nur zufällig paarweise sitzen und ausserdem von bedeutend längeren, steifen Stielen getragen werden, die auf dem Fruchtstadium ein paarmal so lang wie die Blattstiele sind. Grosses systematisches Gewicht muss auch der verschiedenen Anzahl der Karpiden beigemessen werden, die bei *intermedia* konstant 5 beträgt [Taf. 3, Fig. 12], während sie bei *macrodon*, wie erwähnt, fast stets 8 beträgt, niemals bis auf 5 heruntergeht. Diese letztere Art scheint auch grössere Blumenkrone zu haben.

Was den Namen der Art betrifft, so habe ich hier vorläufig wieder den ST.-HILAIRE's, *intermedia*, aufgenommen. Mit der Beschreibung und Abbildung von dieser, wie sie in Fl. bras. mer. gegeben ist, stimmen nämlich die Exemplare, die ich vor

mir gehabt, so ausgezeichnet überein, dass ich kein Bedenken trage, sie mit *intermedia* zu identifizieren, obwohl es mir nicht gelungen ist, die Typenexemplare im Mus. d'hist. nat. in Paris zur Prüfung zu erhalten. Indessen hat bereits CAVANILLES unter dem Namen *prostrata* (in Diss. I, S. 13, Taf. 13, Fig. 3) eine *Sida*-Art aus Uruguay beschrieben, welche Beschreibung auf die hier fraglichen Exemplare so gut zu passen scheint, dass sie meines Erachtens wahrscheinlich unter dieser Art aufzuführen sind. Solchenfalls würden, was, wie ich glaube, auch die Zukunft zeigen wird, ST.-HIL.'s *intermedia* und CAV.'s *prostrata* eine und dieselbe Art werden, wobei letzterem Namen der Vortritt gebühren würde. Vorläufig dürfte jedoch der Name *intermedia* zweckmässigerweise vorzuziehen sein, bis eine Prüfung der betreffenden Originalexemplare endgültig die Frage entscheidet. Mit SCHUMANN (l. c.) und BAKER (l. c.) *prostrata* mit ST.-HILAIRE's *urticifolia* zu identifizieren, scheint mir nicht angängig, da CAVANILLES ausdrücklich betont, dass *prostrata* paarweise oder bisweilen zu dreien sitzende Blüten und tief gespaltenen Kelch besitzt. Vgl. hierzu auch unter der nächsten Art.

Sida intermedia ist eine recht variable Art, besonders was die Behaarung betrifft; keine Exemplare variieren jedoch in der Richtung nach *macrodon* hin, dagegen lässt es sich nicht leugnen, dass die Grenze der folgenden Art gegenüber nicht scharf ist. Auch die geographische Verbreitung der Art stimmt nicht mit der überein, welche *macrodon* besitzt. Während diese letztere, wie wir oben gesehen, eine ausgedehnte Verbreitung von Minas Geraës im Norden bis herunter zu den südlichsten Provinzen Brasiliens hat, ausserdem in Paraguay und den in entsprechender Höhe gelegenen Teilen von Bolivia vorkommt und ferner in Argentinien nur in dem zwischen Rio Grande-Paraná und Paraguay eingekeilten Territorium Missiones auftritt, in den übrigen südlicheren und zentralen Teilen dieses Landes fehlt, ist *intermedia* eine entschieden südlichere Art, die ihre Nordgrenze, soweit bisher mir bekannt ist, in der Linie Rio Vermejo-Missiones-Rio Grande do Sul besitzt, und die im Süden bis c. 38° südl. Br. heruntergeht; in den zentralen Teilen von Argentinien sowie in Uruguay scheint sie ihre Hauptverbreitung zu besitzen. *Sida macrodon* ist im grossen und ganzen vom 17. bis zum 30. Grad südl. Br. verbreitet, *S. intermedia* von ungefähr 25. bis zum 38. Grad südl. Br. Von folgenden Örtlichkeiten kenne ich diese letztgenannte Art:

Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: loco haud indicato [SELLOW d. 2296 et 3613 herb. Berol.]; Canôas pr. Porto Alegre, in campo aprico [MALME; herb. Regn.]; Quinta pr. Porto Alegre, in campo [MALME II: 295; ibid.]; Piratiny pr. Pelotas, in campo [MALME II: 180; ibid.].

Uruguay: sine loco indicato [SELLOW d. 975; herb. Berol.]; Montevideo [SELLOW 351; ibid. — N. J. ANDERSON; herb. Regn.].

Argentina: Gran Chaco, Toldos pr. Rio Vermejo [FIEBRIG 3327; herb. Berol.]. Entrerios, Alcarazito [LORENTZ 1430; ibid.]. Prov. de Córdoba: pr oppid. Córdoba [LORENTZ 100, 280 et 449; O. KUNTZE; ibid.]; Estancia Germania pr. Córdoba [LORENTZ 74; ibid.]; Potrero de Losa, Sierra de Córdoba [HIERONYMUS; ibid.]; El Manzano inter San Vincente et Rio Zeballos [GALANDER; ibid.]; Carroya [GALANDER; ibid.]; Cascada de la Calera [GALANDER; ibid.]. Prov. de Buenos Aires: Sierra Ventana [LORENTZ 303; ibid.]; Sierra Chaco [LORENTZ 226, 226 b et 126 c; ibid.].

S. urticifolia St.-Hil., Fl. bras. merid. I. p. 189 tab. 37 (1827). [non W. et Arn. = *S. glutinosa* Cav.]. — Syn.: *Sida Hilariana* Walp., Rep. I p. 317 (non Presl). — *Sida flavescens* ex K. Schumann in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 290. — *Sida prostrata* ex E. G. Bak. in Journ. of Bot. 30 p. 140. — Wenn meiner Auffassung nach kein Zweifel darüber herrschen kann, dass *S. intermedia* artlich völlig verschieden von *macrodon* ist, so ist das Gleiche nicht sicher der Fall betreffs der Stellung der *intermedia* zu *urticifolia*. Möglicherweise wäre diese letztere mit ebenso grossem Recht als eine Varietät der ersteren aufzufassen; meinesteils bin ich jedoch überzeugt, dass wir es mit zwei verschiedenen Arten zu tun haben. Kennzeichnend für *urticifolia* wären dann die in den Blattachseln in grosser Anzahl angehäuften Blüten, die von relativ kurzen Stielen getragen werden, kürzeren als die Blattstiele oder höchstens von derselben Länge wie diese; bemerkenswert ist auch der während der Blüte an der Basis ziemlich abgeplattete, kurz zylindrische und fünfkantige Kelch mit kurzen und breiten, dreieckigen Zähnen.

Sida urticifolia ist von mehreren Verfassern nicht beibehalten worden. Walpers änderte in Rep. I, S. 317 den Artnamen in *S. Hilariana* um, deshalb weil *urticifolia* schon vor St.-Hilaire innerhalb der Gattung verwendet worden war, von W. et Arn.; da jedoch ihre Art nur ein Synonym zu *glutinosa* Cav. ist, so ist Walpers' Namensänderung überflüssig. Eingezogen haben die Art sowohl Schumann (l. c.) als Baker (l. c.). Ersterer vereinigt *urticifolia* mit *flavescens* Cav., letzterer mit *prostrata* Cav. Diesem Verfahren kann ich nicht beistimmen, da Cavanilles ausdrücklich hervorhebt, dass diese beiden Arten paarweise stehende Blüten haben und wenigstens letztgenannte tief gespaltenen Kelch besitzt, Charaktere, die denen von *urticifolia* geradezu widersprechen.

Schon oben habe ich erwähnt, dass meines Erachtens *prostrata* wahrscheinlich mit *intermedia* identisch ist. Was die Placierung von *Sida flavescens* betrifft, so kann ich dagegen gegenwärtig mich darüber nicht äussern. Sie wurde von Cavanilles (Diss. I, S. 14, Taf. 13, Fig. 2) aus Montevideo beschrieben. Von DC. (Prodr. I, S. 463) wird sie beibehalten, mit ihr wird aber *S. prostrata* Cav. vereinigt. St.-Hilaire erwähnt nichts von ihr in seiner Fl. bras. mer. Von Schumann wird sie aufrechterhalten, und in Übereinstimmung mit DC. vereinigt er damit *prostrata*, ausserdem aber auch *urticifolia* St.-Hil. Ungefähr derselben Ansicht ist Baker, der jedoch *flavescens* als besondere Varietät unter seine *prostrata* stellt. In den Sammlungen habe ich kein einziges Exemplar gesehen, das meines Erachtens mit *flavescens* nach Cavanilles' Begrenzung zu identifizieren gewesen wäre, weshalb ich mich nicht über die Berechtigung der Art auszusprechen wage. Sie mit *urticifolia* zu vereinigen, scheint mir wegen Cavanilles' Beschreibung unmöglich, nach welcher die Blüten paarweise sässen, die Blätter länglich wären und die ganze Pflanze einen aufrechten Wuchs hätte. Vorläufig scheint mir die Auffassung am ansprechendsten, dass wir es mit einer aufrecht wachsenden Varietät von *intermedia* zu tun hätten, einer Art, die, wie oben angeführt, in vielen Formen auftritt.

Sida urticifolia habe ich von folgenden Lokalitäten gesehen:

Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: loco haud indicato [Sellow d. 1412 et 3120; herb. Berol.]; Cruz Alta, in campo [Malme; herb. Regn.]; Cachoeira, in campo paulo ante igne vastato [Malme II: 1298; ibid.].

Uruguay: Sellow d. 205 [herb. Berol.].

Paraguay: Cerro-Perou pr. Paraguari [Balansa 1591; herb. Boiss. et Kew.]; sine loco indicato Lindman A 1505 ½; herb. Regn.].

Argentina: Missiones [St.-Hilaire; herb. Berol.]; Cerro de S:a Ana [Niederlein 267; ibid.].

Die Art hat demnach, soweit bisher bekannt, eine noch beschränktere Verbreitung als *S. intermedia* und nimmt nur den nordwestlichen Teil der Verbreitungsarea dieser letzteren ein. Die Angabe, die Schumann in Fl. bras. liefert, dass sie »in pascuis provinciae Brasiliae Minas Geraës frequens» vorkäme, beruht ganz sicher nur auf einer irrtümlichen Kopie der Angabe St.-Hilaire's (»in pascuis provinciae Missionum frequens»).

Gaya HBK.

G. pilosa K. Sch. in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 355 tab. 64 fig. 1. — Brasilia: Prov. São Paulo, Campinas [A. Heiner n. 380; herb. Regnell.]. Stimmt ausgezeichnet mit den Originalexemplaren aus der Provinz Minas Geraës, dem bisher einzig bekannten Fundort der Art, überein.

Briquetia Hochr.

Br. denudata (Nees et Mart.) Chod. et Hassl. in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5. p. 296 (1905). — Syn.: *Sida denudata* Nees et Mart. in Nov. Act. nat. cur. XI. p. 100. — DC., Prodr. I p. 467. — *Anoda denudata* K. Sch. l. c. p. 357 tab. 65. — Chodat et Hassler in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5 p. 296 (1905). — *Wissadula Balansæ* E. G. Bak. in Journ. of Bot. 31 p. 69 (1893). — *Briquetia ancylocarpa* Hochr. in Ann. Cons. et Jard. bot. Genève 6 (1902) p. 11. Pl. 1. — Am angeführten Orte haben neulich Chodat und Hassler nachgewiesen, dass die von Hochreutiner als Repräsentant für die neue Gattung *Briquetia* aufgestellte Art *ancylocarpa* in Wirklichkeit mit Schumann's *Anoda denudata* identisch ist, zu welcher Auffassung ich auch gekommen bin. Eine andere Sache ist es, ob nicht die Art doch als eine von *Anoda* getrennte Gattung repräsentierend anzusehen ist; in dieser Hinsicht stelle ich mich auf denselben Standpunkt wie Hochreutiner. Die Art steht sozusagen zwischen den Gattungen *Sida* und *Anoda* und liesse sich fast mit gleich guten Gründen zu jeder von diesen beiden stellen. Es sei hierbei nur darauf hingewiesen, dass z. B. bei *Sida paniculata* L. dieselbe Perforierung der Seiten der Fruchtwände stattfindet, wie sie die hier fragliche Art aufweist, und die uns berechtigen könnte, sie der Gattung *Anoda* zuzuweisen. Bei *denudata* aber kommen als ein neues Merkmal die beiden eigentümlichen Haken an der Aussenseite der Basis der Frucht hinzu, eine Neubildung,

die, soviel ich weiss, bei keiner der Arten *Sida* oder *Anoda* auftritt. Es scheint mir dies hinreichend die Auffassung der Art als einer besonderen Gattung zu motivieren.

Infolge eines Versehens ist die Art ausserdem der Gattung *Wissadula* zugeteilt worden, wo sie von BAKER, dem keine reifen Früchte zur Verfügung standen, als *W. Balansæ* beschrieben worden ist. Der Fruchtbau ist jedoch nicht der für die Gattung *Wissadula* charakteristische.

Hibiscus L.

H. amoenus LINK et OTTO, Ic. plant. sel. tab. 56. — GÜRKE in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 552. — Brasilia: Rio Grande do Sul, Porto Alegre ad Navegantes. In paludosis [MALME II: 704, 704 a et 704 b; herb. Regn.].

H. diversifolius JACQ., Ic. plant. rar. III tab. 551. — GÜRKE l. c. p. 555. — Brasilia: Rio Grande do Sul, Tristeza pr. Porto Alegre. In ripa arenosa fluminis et in dumetis oræ silvæ [MALME II: 769; herb. Regn.].

H. furcellatus DESR. in LAM., Encycl. III p. 358. — GÜRKE l. c. p. 562. — Paraguay: Colonia Risso pr. Rio Apa [MALME I: 1062 B; herb. Regn.]; Colonia Elisa pr. S. Antonio [LINDMAN A 1699; ibid.].

var. scaber nov. var. — Caulis foliaque supra et subtus pilis stellatis brevibus laxe vestita, scaberrima; foliorum laminæ grandes, indivisæ, plus minus pentagonæ, 9—10 cm. longæ et 11—12 cm. latæ.

Brasiliæ prov. Matto Grosso: Serra do Itapirapuan. In campis glareosis dumetosis »cerradão» dictis et undique frequens [LINDMAN A 3303; herb. Regn.]; inter Coxipó Mirim et Cuyabá [MALME II: sine num.; ibid.].

Cienfuegosia CAV.

C. cuyabensis PILGER in ENGLER'S Bot. Jahrb. 30 p. 171 (1901). — Eine schöne, wohlcharakterisierte Art, von MALME [II: 1666; herb. Regn.] in der Gegend um Cuyabá in Matto Grosso wiedergefunden und dort auf offenen, am liebsten etwas feuchten Lokalen in unreinen Cerrados vorkommend, nicht selten. Gewöhnlich aufrecht, 6—7 dm hoch, bisweilen mehr oder weniger niederliegend.

C. sulphurea (ST.-HIL.) GARCKE in Bonplandia 8 p. 148. — GÜRKE l. c. p. 576. — Syn.: *Fugosia sulphurea* ST.-HIL., Fl. bras. mer. 1 p. 252. tab. 49. — Brasiliæ prov. Matto Grosso: Porto Murtinho, in campo argillaceo subhumido [MALME; herb. Regnell.]. — Paraguay: El Chaco, Puerto Casado in campo [LINDMAN A 2235; herb. Regn.]; F:te Olympo [ANISITS 2015 et 2163; ibid.].

Pavonia Cav.

P. rosea Schlecht. in Linnæa XI p. 355. — Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3. p. 484, tab. 87. fig. 2. — Die Art ist oft mit der nahestehenden *P. Typhalæa* Cav. verwechselt worden. So z. B. gehören hierher, nach Exemplaren im Herbier Boissier, Hassler's Nr. 5632 von Paraguay und Pittier's Nr. 8252 von Costarica, erstere in Bull. de l'Herb. Boissier Sér. II: 5, S. 296, letztere in Pittier, Primitiæ Fl. costaricensis, Tome II, S. 45 unter der Art *Typhalæa* aufgeführt. Die weniger zahlreichen (5—6) und eirunden Zipfel des Hüllkelchs unterscheiden jedoch leicht diese Art von *rosea*, welch letztere durch ihre zahlreicheren (8—10) und schmäleren, linearen Hüllkelchzipfel charakterisiert ist.

P. pseudotyphalæa Tr. et Pl. in Ann. Sc. Nat., Bot. Sér. IV: 17 p. 160 (1862). — Gürke l. c. p. 486. — Dieser Art glaube ich einige Swartz'sche Exemplare in Stockholm, die von Jamaika herstammen, zuweisen zu müssen; bisher ist *P. pseudotyphalæa*, soviel ich weiss, nur von dem amerikanischen Festlande, von Columbia, bekannt. Sie steht der *rosea* am nächsten, ist aber, wie es scheint, wohlcharakterisiert durch die wenigen und langgestielten Blüten.

P. Goudotiana Tr. et Pl., l. c. p. 160. — Gürke, l. c. p. 491. — Im Herb. Boissier. findet sich ein Zweig von einer *Pavonia*-Art, die meines Erachtens ganz sicher zu *P. Goudotiana* nach der Beschreibung, die die Auktoren von dieser Art liefern, zu stellen ist. Sie weicht von dieser Art nur durch einfach gesägte Blätter und durch regelmässige Blattbasen (nicht »subobliquus») ab. *P. Goudotiana* ist zuvor aus Columbia bekannt. Das mir vorliegende Exemplar stammt von »Nueva España» (= Mexico) her und hat dem Herb. Pavon. angehört. Die Art scheint sehr wohlcharakterisiert zu sein durch die kleinen, schmalen und gleichmässig breiten (4—5 cm langen, 0,5—1 cm breiten) Blätter, durch die axillären Blüten, welche an dem vorliegenden Exemplar an der Spitze sich zu einer doldenähnlichen Infloreszenz mit langgestielten Blüten gesammelt haben, darin an die der *Pav. pseudotyphalaea* erinnernd, welcher die Art auch im Bau des Hüllkelchs am nächsten zu stehen scheint. Der Kelch ist 6—7 mm lang, fast bis zur Basis in 8—9 lineare, $^1/_2$—1 mm breite Zipfel gespalten; die Karpiden sind 0,5 cm lang und mit drei, 2—3 mm langen Grannen versehen.

P. speciosa HBK., Nov. gen. et sp. pl. 5 p. 231. — Gürke, l. c. p. 494. — In Bull. de l'Herb. Boissier II: 5 S. 298 hat Hochreutiner aus Paraguay eine *Pavonia*-Art, *Edouardi*, beschrieben, die dort als *speciosa subsp. polymorpha* nahestehend bezeichnet wird. Da ich Gelegenheit hatte, Originalexemplare im Herb. Boissier. (Hassler Nr. 4368, 4520 und 8173) zu untersuchen, so habe ich mir ein Urteil über die systematische Stellung dieser Art bilden können. Bei Vergleich mit dem reichen Material von *P. speciosa* im Herb. Regnell. habe ich kein Merkmal

finden können, das diese Art und *Edouardi* von einander unterschiede, weshalb meines Erachtens diese beiden zu vereinigen sind.

P. alba SEEM., Bot. of the voyage of Herald p. 81. — WALP., Ann. 4 p. 303. — TRIANA et PLANCHON, in Ann. Sc. Nat., Bot. Sér. 4: 17 p. 162 (1862). — HEMSLEY, Biol. Centr.-Amer. Bot. I p. 116.

Panama [SEEMANN; in herb. Holm. — HALSTED; herb. Kew.].

In Fl. bras., S. 505 wird von GÜRKE diese Art, obwohl mit einem Fragezeichen, mit *P. paniculata* CAV. vereinigt. Dieser Auffassung kann ich nicht beitreten. Sowohl auf Grund der Blattform wie der vereinzelt in den Achseln sitzenden Blüten, der der Angabe nach weissen Kronenblätter usw. scheint *P. alba* artlich wohlcharakterisiert zu sein.

P. melanommata ROB. et SEATON in Proc. Am. Acad. 28 p. 104 (1893). — Mexico: States of Michoacan, Volkanic hills, Monte Leon [PRINGLE, Pl. mex. n. 4343; herb. Holm. et Boiss.].

var. Pringleana nov. var. — A typo differt foliis subtus sparse tomentosulis, pallide viridibus [non dense albido-tomentosis], involucri phyllis apicem versus paulo latioribus [nec lineari-subulatis].

Mexico: States of Morelos, Limestone hills near Yantepec, 4500 ft. [PRINGLE, Pl. mex. n. 8718; herb. Holm. et Boiss.].

Möglicherweise eine neue verschiedene Art repräsentierend.

P. sidifolia HBK. — GÜRKE in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 508. — Eine gemeine Art in Paraguay und Matto Grosso. Alle Exemplare der Art, die ich von dort gesehen, gehören der *var. diuretica* (ST.-HIL.) GÜRKE [*P. diuretica* ST.-HIL., Pl. usuel., tab. 53] an; die Hauptart scheint im nördlichen Südamerika, die Varietät in Zentral- und Südbrasilien und in Paraguay heimisch zu sein. Diese letztere variiert in der Behaarung nicht gerade wenig, und verschiedene Formen liessen sich nach derselben leicht unterscheiden [vgl. Bull. de l'Herb. Boiss. Sér. II: 5, S. 297]. Eine ungewöhnlich spärlich wollhaarige Form stellen die Exemplare dar, die von MALME [II: 3063] bei Corumbá eingesammelt worden sind, die Oberseite der Blätter rein grün und mit spärlichen kurzen Sternhaaren besetzt, die Unterseite gleichfalls ziemlich dünn graufilzig.

P. campestris n. sp. [Tab. V, fig. 1—3]. — Herba perennis, erecta, ramosa, basi lignescens, caule albido-hirsuto et pilis glandulosis multicellularibus flavidis intermixtis instructo et insuper pilis longioribus patentibus albis (3—4 mm. longis) parato; internodia ad 4 cm. longa. Folia spiraliter disposita. Stipulæ subuliformes, pilosæ, 3—5 mm. longæ, mox deciduæ. Petioli ut caulis hirsuti, sed pilis longioribus carentes, usque ad 5 cm. longi et laminis paulo breviores. Laminæ membranaceæ, in-

dumento sordide cinereo-flavido tectæ, subconcolores, ovato-cordatæ (incisura basali acuta, ad 5 mm. profunda), apice acutæ, margine acute dentatæ (dentibus 1—3 mm. latis, 1—1,5 mm. altis), supra et subtus pilis albis stellatis molliter tomentosæ, pilis glandulosis sparsis et subtus stellatis majoribus rigidisque plus minus dense instructæ, 7—9-nerviæ, nervis validioribus utrinque paulo prominulis, rete venularum indumento occulto; laminæ c. 4—5,5 cm. longæ, 2,5—4 cm. latæ. Flores in axillis foliorum superiorum solitarii, vulgo ramulo accessorio comitati; pedunculi indumento caulis vestiti, ad 5,5 cm. longi. Involucri phylla 6—7, rarius 8, linearia, acuta nec non basi angustata, ut caulis tomentosa sed basin versus præsertim dense longepilosa, 1,6—1,9 cm. longa et 1,5—2 mm. lata. Calyx c. 7,5 mm. longus, extus in nervis dense longepilosus, intus glaber, laciniis ovato-triangularibus, acutis, 5-nerviis, c. 4,5 mm. longis et 4 mm. latis. Corolla flava, petalis extus puberulis et pilis magnis rigidisque stellatis densiuscule vestitis. Carpidia subtrigona, supra applanata et pilis brevibus, basi verruciformi-incrassatis scabra, c. 5 mm. longa.

Paraguay: Garai-cué, Campo Abente [Anisits n. 2747 et 2751]. — Typi in herb. Regnelliano.

Pavonia campestris steht der vorhergehenden Art nahe, und anfangs meinte ich sie mit dieser vereinigen zu können. Das reichliche Vorkommen von langen, einfachen, abstehenden Haaren an Stengel, Blütenstiel usw. veranlasste mich, sie mit der Hauptform der *sidifolia* zu identifizieren. Eine genauere Prüfung hat mich indessen zu der Auffassung geführt, dass hier noch eine selbständige Art der in Paraguay und Zentralbrasilien so reich repräsentierten *sidifolia*-Gruppe vorliegt. Kennzeichnend für die fragliche Art sind ihre Glandelbehaarung und die 6—8 schmalen, linearen und langen Hüllkelchzipfel.

P. Hieronymi Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 509. — Brasilia: Matto Grosso, Cuyabá [Malme II: 2603; in herb. Regn.]. In dumetis subruderalibus. — Paraguay: in regione cursus superioris fluminis Apa [Hassler 7568; herb. Boissier.].

Dieses letztgenannte Exemplar ist in Bull. de l'Herb. Boiss., Sér. II: 5, S. 300 von Chodat und Hassler als eine Varietät *grandiflora* von *P. geminiflora* Moric. beschrieben worden. Mit dieser Art hat es jedoch meines Erachtens nicht das mindeste zu schaffen. Dagegen habe ich geglaubt, es wie auch Malme's Exemplar mit *P. Hieronymi* identifizieren zu müssen und zwar auf Grund ihrer Übereinstimmung mit dem Originalexemplar dieser Art, das ich im Berliner Botanischen Museum habe untersuchen können. Die Art ist bisher nur in diesem Typenexemplar bekannt, das vom nördlichen Argentinien, Prov. Salta pr. San José [Lorentz et Hieronymus Nr. 237], herstammt.

In Flora bras. scheint eine Verwechslung der Figuren stattgefunden zu haben, was *P. Hieronymi* und *argentina* betrifft, indem die erstere mit breiteren Hüllkelchzipfeln als die letztere abgebildet wird, in direktem Gegensatz zu dem wirklichen Verhältnis und auch gegen die Angabe im Text.

P. apiculata n. sp. [Tab. V, fig. 11—14]. — Frutex ramosus, ramulis breviter albo-hirsutis et insuper pilis longis (c. 2 mm.), albis, patentibus densiuscule instructis; internodia ad 5 cm. longa. Stipulæ hirsutæ, subulatæ, 2—3 mm. longæ. Petioli 0,5—2 cm. longi. Laminæ membranaceæ, ovato-cordatæ vel triangulari-ovatæ et interdum levissime trilobatæ, basi cordatæ (incisura acuta, angusta, ad 5 mm. profunda), apice acutæ, margine grosse dentatæ (dentibus acutis vel obtusiusculis, 2—5 mm. latis et 1—2 mm. altis), supra pilis stellatis albidis laxiuscule vestitæ, subtus paulo pallidiores et densius stellato-hirsutæ et insuper pilis stellatis majoribus adpressis rigidis plus minus dense instructæ, 7-nerviæ, nervis validioribus supra et præsertim subtus prominulis, rete venularum vix conspicuo; laminæ 2,5—5 cm. longæ et 1,8—3,5 cm. latæ, petiolis ter quaterve longiores. Flores axillares, solitarii; pedunculi 3—4,5 cm. longi, rigidi, patentes, ut caulis hirsuti. Involucri phylla 7 vel interdum 6, linearia, basin et apicem versus angustata, acuta, breviter stellato-hirsuta et pilis longioribus simplicibus instructa, 15—18 mm. longa et 1 mm. lata. Calyx 5—6 mm. longus, extus stellato-hirsutus, margine nervisque longepilosis, laciniis triangularibus, acutis, trinerviis, c. 2,5 mm. longis et 2—2,5 mm. latis. Corolla citrina, c. 2,4 cm. longa, petalis extus pilis stellatis laxis instructis, basi margine albo-pilosis. Androecium circ. 1 cm. longum, styli 4 mm. longiores. Fructus supra plani, apiculis 5 ornati, 6—7 mm. diam. Carpidia subtrigona, basin versus angustata, apice applanata marginibusque productis concava et insuper apiculo 1,25—1,5 mm. longo, lateraliter applanato ornata, glabra, margine et apiculo pilis brevibus basi verruculoso-incrassatis scabra, 4,5 mm. longa. Semina trigono-obconica, obscure castanea, glabra, circ. 2,5 mm. longa.

Paraguay: Estancia Tagatiya, in solo sterili [ANISITS n. 2639]. Mense Januario floribus fructibusque instructa. — Typus in herb. Regnelliano.

Die Art steht in der Nähe von *P. sidifolia*, *campestris* und ihrer Verwandten; von allen diesen unterscheidet sie sich ausser in der Blattform, Behaarung usw. hauptsächlich durch den kräftig entwickelten Stachel an der oberen Seite der Karpiden (s. Fig. 14, Taf. V).

P. platyloba n. sp. [Tab. V, fig. 5—7]. — Herba perennis, basi lignescens, erecta, ramosa, ad 1 m. alta, caule pilis stellatis flavo-cinereis dense tomentoso; internodia usque ad 5 cm. longa. Folia spiraliter disposita. Stipulæ tomentosæ, subuliformes, mox deciduæ, 1,5—2 mm. longæ. Petioli teretes, dense stellato-tomentosi, 1,5—4,5 cm. longi et laminis bis vel ter breviores. Laminæ crasse membranaceæ, sordide cinereo-flavescentes, concolores vel subtus paulo pallidiores, cordato-ovatæ (incisura basali acuta, angusta vel aperta, ad 5 mm. profunda), acutæ vel summo apice obtusiusculæ, margine crenato-dentatæ (crenaturis rotundatis vel interdum apiculatis, $^1/_2$—1 mm. altis, 1—4 mm. latis), supra et subtus dense ac molliter stellato-tomentosæ, 7—9 nerviæ, nervis validioribus supra subtusque leviter prominulis, venulis indumento denso occultis; laminæ 4—8 cm. longæ, 2,5—5 cm. latæ, vulgo circ. 5—6 cm. longitudine et 3,5—4 cm. latitudine metientes. Flores in axillis foliorum superiorum siti, sæpe ramulo accessorio comitati; pedunculi stellato-tomentosi, 1 usque ad 4 cm. longi. Involucri phylla 6—7, e basi angusto orbicularia vel spathulato-rotunda, apice obtusa vel

apiculata, utrinque molliter stellato-tomentosa, nervis tomento occultis, 7—9 mm. longa et 4—6,5 mm. lata. Calyx 5—6 mm. longus et involucro evidenter brevior, extus tomentosus, intus glaber, in lacinias ovato-triangulares, acutas, circ. 4 mm. longas et basi 3 mm. latas divisus. Corolla citrina, 1,5—1,7 cm. longa, petalis obliquis, extus pilis stellatis numerosis instructis, basique margine pilosis. Androecium circ. 1 cm. longum, styli circ. 2 mm. superantes. Fructus 5-merus, loculicide dehiscens, 3,5—4 mm. altus et 6—7 mm. diam., glaber et sublævis, solum apicem versus scabriusculus et leviter reticulatus. Semina 2,5—3 mm. diam., castanea, matura nigrescentia, glabra.

Paraguay: Estancia S:a Maria. In »campo cerrado» in collibus saxosis calcareis frequenter [Anisits n. 2335, 2511 et 2893]. Mensibus Dec. et Jan. florebat et fructificabat. — Typi in herb. Regnelliano.

Die Anzahl der Hüllkelchzipfel stellt die Art in die Nähe von *geminiflora*, *Balansæ* und Verwandten; innerhalb dieser Serie von Arten bildet *P. platyloba* einen ganz neuen Typus, der durch die breite, fast kreisrunde, stumpfe Form der Hüllkelchzipfel wohlcharakterisiert ist. Eine Art, mit der *P. platyloba* verwechselt werden könnte, scheint mir bisher nicht bekannt zu zein. Charakteristisch für die Art sind auch die äusserst leicht auseinanderfallenden Karpiden, worin *platyloba* der *P. Morongii* Sp. Moore ähnt. Dieser Eigenschaft dürfte wohl grosse systematische Bedeutung beizumessen sein, und sie wird sich vielleicht bei einer künftigen monographischen Bearbeitung der Gattung als hinreichend erweisen, um darauf eine Sektion oder Gattung zu gründen.

P. rosa-campestris A. Juss. in St.-Hilaire, Fl. bras. merid. I p. 236, tab. 46. — Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 512, tab. 98 fig. 2. — Ein im Regnellschen Herbarium vorhandenes Exemplar dieser Art [Glaziou 20710] aus der Provinz Goyaz besitzt eine Behaarung von anderem Typus als die übrigen Exemplare, die ich von der Art gesehen habe; ein anderes unterscheidendes Merkmal habe ich nicht finden können, doch ist der Unterschied im Indument so auffällig, dass die Pflanze hier bezeichnet werden mag als eine

var. tomentella nov. var. [Tab. V, Fig. 4]. — Internodia petiolique brevissime et dense pilis stellatis tomentella et insuper pilis simplicibus longis patentibus instructa; laminæ supra et præsertim subtus dense ac molliter tomentellæ, pilis longioribus destitutæ.

Im Kewer Herbarium hatte ich Gelegenheit, zahlreiche Exemplare der Art zu prüfen, die von folgenden Lokalen herstammen: Brasilia tropica [Burchell 5733 et 5547]; Goyaz [Gardner 3019 et Glaziou 20710]; Minas Geraës [Gardner 4430. — Inter Uberaba et S:a Anna: Riedel]. Im Herb. Regnell. finden sich ausserdem schöne Exemplare, in Matto Grosso von Malme eingesammelt [S:a Anna da Chapada; II: 2020]. Alle diese (auch Glaziou's Nr. 20710 in Kew, welche Nummer also zwei verschiedene Typen in sich schliesst) entbehrten die kurze, dichte, weiche Haarbekleidung auf jüngeren Sprossen und Blättern, und ausserdem trugen diese letzteren auf den gröberen Nerven mehr oder weniger spärliche, lange, einfache Haare und hier und da steife Sternhaare. Die Blätter fühlen sich bei diesen rauh, bei der Varietät weichzottig an.

P. lætevirens n. sp. — Herba erecta, ramosa, læte viridis; caulis sursum subtrigonus, in partibus junioribus dense, in inferioribus laxius et breviter glandulosopilosus et insuper pilis rigidis simplicibus, 1,5—2 mm. longis setosus, ceterumque linea pilorum crispulorum inter nodos ornatus. Folia spiraliter disposita; stipulæ linearilanceolatæ, acutæ, setosæ. sæpe patentes vel reflexæ, 4—8 mm. longæ, basi c. 1 mm. latæ; petioli usque ad 4 cm. longi, vulgo tamen breviores, ut caulis hirsuti, supra dense tomentosi; laminæ membranaceæ, forma valde variabiles, foliorum superiorum oblongæ vel lanceolatæ, inferiorum vulgo plus minus rotundato-ovatæ, apice acutæ, basi cordatæ, margine crenato-dentatæ, integræ, angulatæ vel breviter 3—5-lobatæ, supra virides, in nervis laxe setosæ, subtus paulo pallidiores et pilis stellatis validis adpressis laxe, marginem versus crebrius tectæ, 7—9-nerviæ, costa nervisque validioribus supra et subtus prominentibus; laminæ maximæ 9 cm. longæ, 8,5 cm. latæ, foliorum superiorum magnitudine decrescentes. Flores axillares solitarii, ad apicem ramorum plus minus corymbose congesti; pedunculi usque ad 5 cm. longi (in statu fructifero), vulgo tamen breviores, 3—5 mm. infra calycem articulati, sicut caulis hirsuti. Involucrum e phyllis 13, interdum 14 vel 15 formatum, calycem valde superans et omnino amplectens; phylla filiformia, 12—16 mm. longa et basi vix 1 mm. lata, pilis longis albido-flavescentibus rigidis glandulis intermixtis setosa. Calyx globosus, herbaceus, 7—8 mm. longus, in lacinias 4—5 mm. longas, ovato-triangulares, acutas divisus, præsertim ad margines longe setosus nec non sparse glandulosus. Corolla verosimiliter flava vel aurantiaca, basi obscurius colorata, c. 10 mm. longa, lobis cuneatis, obliquis, basi puberulis. Stamina c. 5 mm. longa, tubo 2 mm. longo et basi puberulo. Styli 6—7 mm. longi. Carpidia triangulari-ovoidea, glabra, superficie paulo reticulata, castanea, 3,5 mm. longa. Semina glaberrima, badia.

Brasilia: Matto Grosso, Corumbá [Malme II: 3071 et 3071 a; herb. Regnell.].

Die Art stellt einen weiteren Repräsentanten der Serie von *Pavonia*-Arten dar, die in Fl. brasil. durch 10—13 Hüllkelchblätter charakterisiert werden, und von denen während der letzteren Jahre mehrere Arten aus Paraguay und Zentralbrasilien beschrieben worden sind (*patuliloba* Hochr., *vitifolia* Hochr., *opulifolia* Sp. Moore und *aspera* Hassl.). Von allen diesen ist sie leicht durch ihre Behaarung, ihre kleine Blumenkrone und die minimale Staubblattröhre, den kurzen Griffel u. s. w. zu unterscheiden.

P. patuliloba Hochreutiner in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5. p. 297 (1905). — Mit Hochreutiner's Originalexemplar dieser Art [Hassler Nr. 7305] stimmen einige überein, die von Malme im nördlichen Paraguay bei Colonia Risso in der Nähe des Rio Apa eingesammelt worden sind. Nur in der Blattform weichen sie etwas ab. Die Blätter sind nämlich kürzer und breiter, c. 4 cm lang und 7,5 cm breit, sowie meistens 5-eckig oder oft seicht 3-zipflig. Nach Malme's Aufzeichnungen ist die Art ein 2 m hoher, gelbblütiger Strauch (oder perennierendes Kraut), der auf feuchter Lokalität unter Cyperaceen auftritt.

Die Art steht der von Sp. Moore beschriebenen *P. opulifolia* aus dem südlichen Matto Grosso sehr nahe, und unsicher dürfte es sein, ob nicht diese beiden identisch sind.

P. pterocarpa R. E. Fr. in Bull de l'Herb. Boiss. Sér. II: 7. p. 1000. [Tab. IV, fig. 7—9]. — Brasiliæ prov. Minas Geraës: »Près de la route de Salbara à Caethe [in herb. Boiss.].

P. dasypetala Turcz. in Bull. soc. nat. Mosc. 31: 1 p. 189 (1858). — Gürke l. c. p. 531. — Descriptio nova apud Pittier, Primitiæ Fl. costaricensis. Tome II. fasc. I. p. 42. — Zu dieser Art rechne ich folgende gesehene Exemplare: Guatemala: Friedrichsthal [Herb. Kew.] — Costarica: Rio Ceibo pr. Buenos Aires (Pittier et Tonduz n. 6565; herb. Boiss.]. — Columbia: Tolima [Lehmann 2614; ibid.]; Llano de San Martin [Triana 5275 (3126); Mus. Brit.]; prov. de Bogatá, Villavicencio [Triana; herb. Kew.].

Die Art scheint demnach eine Verbreitung über zentral- und das nördlichste Südamerika zu haben. In Fl. brasil. wird sie aufgeführt, aber von Gürke unter die noch unsicheren Pavonien placiert; das Lehmann'sche Exemplar hat er jedoch aus Versehen unter *P. malacophylla*, an welche Art es habituell etwas erinnert, zitiert, und möglicherweise dürften auch andere von den columbianischen und zentralamerikanischen Exemplaren, die darunter angeführt werden, zu *dasypetala* überzuführen sein. Folgt man der praktischen und übersichtlichen Aufstellung der *Pavonia*-Gattung, die Gürke in Fl. brasil. liefert, so muss die Art — wegen der Anzahl (11—13) der Hüllkelchzipfel — ihren Platz in der Nähe von *P. rosa-campestris* erhalten. Doch dürfte sie in Wirklichkeit nicht nur habituelle Ähnlichkeit, sondern auch mehr natürliche Verwandtschaft mit *P. malacophylla* besitzen, wofür nicht nur das Aussehen der vegetativen Teile und der Bau der Infloreszenzen, sondern auch und zwar vor allem das Aussehen des Kelches und der Frucht spricht. Der Kelch, der bei *malacophylla* ungewöhnlich klein (5—6 mm lang) und gleichsam durch den so kräftig entwickelten Aussenkelch ersetzt ist, erreicht bei *dasypetala* nicht einmal diese Grösse und misst, im Fruchtstadium, nur c. 3 mm in der Länge. Die Karpiden gleichen auch so gut wie vollständig denen bei *malacophylla*, sowohl an Farbe (im Reifestadium schwarz) als an Grösse, Form und Beschaffenheit der Oberfläche.

P. semiserrata (Schrad.) Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 527. — Syn.: *Pavonia semperflorens* (Nees) Garcke in Jahrb. bot. Gart. und Mus. Berlin I p. 222. — Brasilia: Bahia [Martius; herb. Regnell.]

Die Sektion *Eupavonia* wird von Gürke in Flora brasiliensis nach der Anzahl der Involukralzipfel in eine Reihe von Hauptgruppen eingeteilt. Eine von diesen ist dadurch ausgezeichnet, dass die Zipfel des Hüllkelchs stets 5 an der Zahl sind, und von dieser Gruppe kannte Gürke bei Herausgabe der genannten Arbeit (1892) 9 Arten aus Brasilien und den angrenzenden Ländern, von denen drei darin neu aufgestellt und beschrieben wurden.

Seitdem diese grundlegende Behandlung der *Pavonia*-Gattung von Gürke herauskam, sind mehrere neue Arten angetroffen worden, die zu dieser Serie gehören. Da ein ziemlich reichliches Material von diesen Pavonien mir zugänglich gewesen, und da ich

bei der Prüfung desselben einige Sachen von Interesse gefunden habe, die dazu dienen können, unsere Kenntnis von der fraglichen Gruppe auszufüllen, so habe ich es für zweckmässig erachtet, hier eine Übersicht über die bisher bekannten hierhergehörigen Arten, wie sie in Brasilien oder den angrenzenden Ländern vorkommen, vorzulegen. Diese machen nun insgesamt 21 aus, wovon 5 hier als neu aufgestellt und beschrieben werden, welche Zahlen zeigen, wie wenig bekannt die südamerikanische Malvaceenflora in Wirklichkeit noch ist. Erwähnt sei jedoch, dass ich dabei den Artbegriff in engerem Sinne genommen habe, als es GÜRKE getan hat, sodass zwei der Arten nur Differenzierungen aus einer der alten (*hastata*) darstellen. Die übrigen gründen sich dagegen auf neues Material.

In der folgenden Darstellung werden nur die Exemplare angeführt, die ich selbst Gelegenheit gehabt habe zu untersuchen. Von einigen Arten habe ich leider nicht ein hinreichend vollständiges Material gesehen, um mir eine klare Auffassung von ihren Verwandtschaftsverhältnissen gegenüber den übrigen bilden zu können. Die Reihenfolge, in welcher die Arten behandelt werden, giebt daher nur im grossen und ganzen ihre gegenseitige Verwandtschaft an. Die Darstellung macht keinen Anspruch darauf, erschöpfend zu sein, sie soll nur zu orientierender Hülfe denjenigen dienen, die vielleicht künftighin sich mit dieser Pflanzengruppe beschäftigen werden.

Nachbemerkung. Eben als dieser Aufsatz dem Druch übergeben werden sollte, wurde mir eine Arbeit von HASSLER in Heft 9 des gegenwärtigen Jahrgangs des Bull. de l'Herb. Boiss. zugänglich, in welcher er *Pavonia hastata* und naheverwandte Arten zum Gegenstand der Behandlung gemacht hat. Er zieht hier unter *hastata* mehrere Arten, indem er sie nur als Varietäten oder Formen aufführt, und vertritt demnach eine Auffassung, die in Gegensatz zu derjenigen steht, zu welcher ich gekommen bin. Dass einige Charaktere bei den hierhergehörigen Arten (wie z. B. Blütengrösse, Blattform, Form der Involukralzipfel) Variationen innerhalb gewisser Grenzen unterworfen sind, wie HASSLER dort betont, will ich nicht bestreiten, und Beispiele dafür werden auch im Folgenden geliefert; dass aber diese Variationen eine so weitgehende Vereinigung von Arten rechtfertigen sollten, wie HASSLER sie dort verficht, scheint mir nicht erwiesen. Ich kann auf Grund des von ihm bezüglich der Systematik der fraglichen Artenserie Beigebrachten nicht von der Auffassung abgehen, zu der ich einmal gelangt bin, überzeugt wie ich davon bin, dass in diesem Fall, wie so oft, wo es sich um tropische Pflanzengruppen handelt, ein eingehendes Studium zur Artenteilung, nicht zur Artenvereinigung führen muss.

P. mattogrossensis n. sp. [Tab. V, Fig. 8—10]. — Frutex ramosus, ramis cortice cinereo rimuloso tectis, novellis viridibus et glanduloso-hirsutis; internodia ad 6 cm. longa. Folia spiraliter disposita. Stipulæ lineares, 1,5—2,5 mm. longæ, basi vix $^1/_2$ mm. latæ, caducæ. Petioli glanduloso-hirsuti, 1—3 cm. longi, bis vel ter quam lamina breviores. Laminæ membranaceæ, virides subtusque paulo pallidiores, ovatæ, basi cordatæ (incisura 2—3 mm. profunda), apice acuminatæ, margine crenato-dentatæ, (crenaturis rotundatis et apiculatis, 2—5 mm. latis et circ. 1 mm. altis), supra laxiuscule albido-strigosæ et pilis glandulosis rarioribus instructæ, in nervis majoribus den-

sius albido-hirsutæ, subtus pilis stellatis albidis subdense vestitæ et insuper pilos majores adpressos rigidos sparse gerentes, 7-nerviæ, nervis validioribus supra et præsertim subtus prominulis, venulis præsertim supra vix conspicuis; laminæ 5—7,5 cm. longæ et 3—4,8 cm. latæ. Flores axillares solitarii, pedunculi erecto-patentes, rigidi, glanduloso-puberuli, 5—8 cm. longi et laminam subæquantes. Involucri phylla 5, anguste oblonga vel lanceolata, obtusiuscula vel acuta, 5-nervia, margine ciliata, 8—10 mm. longa et 2,5—4 mm. lata. Calyx 7—9 mm. longus (involucro subbrevior), in lacinias ovatas acutas trinervias, 5—6 mm. longas et 4,5—5 mm. latas divisus, ad marginem et in nervis longe albido-hirsutus. Corolla (sicca) albida et basi flavescens, 2,5—3 cm. longa, extus pilis stellatis parcissimis instructa. Stamina corollam subæquantia, styli c. 3 mm. superantes. Carpidia apicem versus dorso carinata, lateribus reticulo elevato et tuberculis sursum majoribus instructa, 5 mm. longa, 4 mm. lata et 3 mm. crassa.

Brasiliæ prov. Matto Grosso: Corumbá (Malme II: 3021]. Mense Apr. floribus fructibusque instructa. — Typus in herb. Regnelliano.

Die Art steht der folgenden (*commutata*) am nächsten, unterscheidet sich aber von dieser durch ihre Glandelbehaarung, durch die kleineren Nebenblätter, die spärlichere Behaarung der Blätter, die langgestielten Blüten und durch den langen Hüllkelch, der die Kelchzipfel überragt, und der fast bis zur Basis gespalten ist.

P. commutata Garcke in Jahrb. Berlin. Bot. Gart. und Mus. I p. 212. — Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 497. tab. 93. fig. 2. — Brasilia: loco non indicato [Sellow 4433].

P. Engleriana Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 497. tab. 93. fig. 1. — Brasilia: loco haud accuratius indicato [Sellow 3935].

P. Hassleriana Chodat in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 1 p. 402 (1901). — Hassler in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 7 p. 459 (1907). — Paraguay: Cerro de Tobati [Fiebrig n. 692; herb. Berol.]; ad marginem silvarum pr. Piribebuy (Hassler 1922; herb. Boiss.]; pr. Chololo in valle fluminis Y-acá [Hassler 6785; ibid.]; Paraguarí [Lindman A 3847; herb. Regn.]. — Tab. 6, fig. 1—2.

In der detaillierten Schilderung, die Hassler am angeführten Orte von der Art liefert, giebt er die Anzahl der Hüllkelchblätter als 5, selten 4 an. Das Exemplar, das ich von Hassler Nr. 1922 gesehen, auf welche Nummer die Art zuerst gegründet worden ist, besass dagegen durchweg 6 Involukralblätter, niemals 5. Auch in anderen Merkmalen unterscheidet es sich von den übrigen, wie in seichter gezähnten und nicht so stark lobierten Blättern sowie in kürzer gestielten, dicht zusammenstehenden Blüten. Ob daher vielleicht *P. Hassleriana* zwei Formen oder Arten in sich schliesst?

P. Schrankii Spr., Syst. veg. III p. 98. — Bot. Mag. tab. 3692. — Gürke l. c. p. 498. tab. 94. — Syn.: *Pavonia muricata* St.-Hil., Fl. bras. merid. I p. 225. tab. 44. — *Lebretonia coccinea* Schrank, Pl. rar. hort. Mon. tab. 90. — DC., Prodr. I p.

446. — Brasilia: sine loco indicato [WIDGRÉN sine num., 471 et 512; herb. Regn.]; Prov. Minas Geraës: Caldas et pr. Ouro Fino [REGNELL II: 16; ibid.].

var. augustifolia nov. var. — Folia lineari-oblonga, 5—9 cm. longa et 1,2—2,3 cm. lata. — Brasilia: Prov. Paraná, Ponta Grossa oppidum. Ad marginem silvulæ [P. DUSÉN 2645; herb. Regnell.]. Prov. Rio Grande do Sul, Rincão dos Vallos, Engenho da S:a Clara, locis saxosis fertilibus [LINDMAN A 1553; ibid.].

P. latifolia (NEES et MART.) SPRENG., Syst. Veg. III p. 98. — GÜRKE l. c. p. 499. — Syn.: *Lebretonia latifolia* NEES et MART., Nov. act. Bonn. XI. p. 98. — DC., Prodr. I p. 446. — Brasilia: sine loco indicato. Mihi non visa.

P. sagittata A. JUSS. in ST.-HILAIRE, Fl. bras. merid. I p. 229. — GÜRKE in MARTIUS, Fl. bras. 12: 3. p. 501, tab. 95 fig. 2.

var. α genuina R. E. FR. — Caulis, petioli, pedunculi, calyx extus dense fulvo-tomentosi; folia leviter crenato-dentata; involucri phylla obtusa, raro acuminata.

Brasilia: sine loco indicato [SELLOW B 1922 c 1418; herb. Berol. — GLAZIOU 14506; ibid.]. Prov. Minas Geraës: sine loco accuratius indicato [LHOTZKY; ibid. — SCHENCK 3268; ibid. — WIDGREN 517 et 519; herb. Regnell. — GLAZIOU 18134; herb. Kew.]; S. Carlos [RIEDEL 1927; herb. Berol.]; S. Julião [SCHWACKE 8325; ibid.]; Contendas [O. KUNTZE; ibid.]; Serra da Lapa [RIEDEL 933; ibid. et Kew.]; inter Rio Pardo et Cachoeira [REGNELL III: 174; herb. Regn. et. Kew.]; Caldas [MOSÉN 4019; herb. Regn. — LINDBERG 289 a; ibid.]. Prov. São Paulo: loco non indicato [BURCHELL 4448; Kew]; Campinas [HEINER; herb. Regn.].

var. β conjungens R. E. FR. — Caulis, petioli, pedunculi calyxque sparsius cinereo- vel fulvo-cinereo-tomentosi; folia conspicue ac subprofunde dentata; involucri phylla spathulata, acuta, basi valde contracta.

Brasilia: Minas Geraës, Caldas [REGNELL 15 et 15a; herb. Regnell.].

Das wichtigste Merkmal zur Identifizierung der *sagittata* ist meines Erachtens den Karpiden zu entnehmen; diese entbehren aller Skulptur auf der Oberfläche, sind nur netzädrig, aber nicht mit erhabenem Netzwerk oder Knötchen und Warzen versehen (s. Fig. 3—4, Taf. VI). Die rein pfeilförmigen Blätter, bei denen die Aussenseiten der Basallappen nach unten zu konvergieren, sind auch für die Charakterisierung der Art von Gewicht. Dagegen variiert die Form der Hüllkelchzipfel nicht unbeträchtlich.

Ich habe daher hierher ein paar Formen gestellt, die habituell recht beträchtlich von einander abweichen, und die ich eben deshalb als verschiedene Varietäten aufgeführt habe. Mit dem Namen *conjungens* habe ich andeuten wollen, dass dieser Typus gleichsam einen Übergang zu einer anderen Art innerhalb dieser Serie der *Pavonia*-Gattung bildet; dem Äusseren nach erinnert er nämlich bei flüchtigem Hinsehen

auffallend an *P. Gürkeana* R. E. Fr. (s. unten). Die oben angeführte, für *sagittata* so charakteristische Blattform ist hier jedoch vorhanden und dürfte, nebst den vollkommen glatten Karpiden, unzweifelhaft ihn zu dieser Art stellen.

Pavonia sagittata ist, ausser von den beiden oben angeführten Provinzen, auch aus Matto Grosso [Cuyabá] angegeben und dürfte demnach eine recht ausgedehnte Verbreitung über die trockneren Gebiete Zentralbrasiliens haben.

Im Berliner Herbarium habe ich Gelegenheit gehabt, zwei St.-Hilaire'sche Exemplare der Art zu prüfen, das eine bezeichnet als Hauptform von *P. sagittata*, das andere als *var.* β (= *sessiliflora* A. Juss. in St.-Hil., Fl. Bras.). Diese beiden sind meines Erachtens meiner *var.* α *genuina* zuzuweisen und scheinen mir nicht auseinandergehalten werden zu können.

P. lanata n. sp. [Tab. VI, Fig. 5—6]. — Frutex gracilis, jam basi ramosus, ramis usque ad fere 1 m. longis, in partibus vetustioribus cortice rubro glabro nitente tectis, in junioribus pilis stellatis longis, albido-ochroleucis lanatis; internodia ad 4 cm. longa, vulgo breviora. Folia spiraliter disposita; stipulæ filiformes, lanatæ, 1,5—2,5 mm. longæ, mox caducæ; petioli ut caulis lanati, 0,3—1 cm. longi; laminæ rigidæ, plus minus verticaliter pendentes, triangulari-lanceolatæ, apicem versus sensim angustatæ, summo apice obtusæ, basi sagittatæ (incisura angusta, lobisque apice rotundatis), margine revoluto subintegræ, supra pilis stellatis longis subdense tectæ, subtus densissime albido-ochroleuco-lanatæ, 9—11-nerviæ, costa nervisque validioribus supra impressis, subtus prominentibus; laminæ ad 4,5 cm. longæ et 1,7 cm. latæ, vulgo tamen c. 3 cm. longitudine et 1 cm. latitudine metientes. Flores axillares, solitarii, breviter stipitati; pedunculi lanati, 1/2—1 cm. longi; involucrum uniseriale, 5-phyllum, rarissime 4-phyllum; phylla oblongo-lanceolata, basi paulo contracta, acuta, albido-lanata, 5—6 mm. longa, 2—3 mm. lata; calyx involucro subæquilongus, dense albido-lanatus, 6—7 mm. longus, in lacinias lanceolato-triangulares, acutas, c. 5 mm. longas et 3 mm. latas divisus; corolla c. 1 cm. longa, petalis extus stellato-hirsutis.

Brasilia: Sellow [in herb. Berol.].

Die Art steht *P. sagittata* am nächsten, den vegetativen Teilen nach zu urteilen; ob der Fruchtbau dies bestätigt, erübrigt noch zu sehen. Von *sagittata* unterscheidet sich *P. lanata* durch die weissliche, dichte, lose Behaarung, die alle jüngeren Sprossteile und die Unterseite der Blätter bedeckt, durch die ganzrandigen, kleinen Blätter, die länglich lanzettlichen Hüllkelchzipfel, die kleinen Dimensionen des Kelchs und der Blumenkrone usw.

P. reticulata Garcke in Jahrb. Berlin. Bot. Gart. und Mus. I pag. 212 (1881). — Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 502 (1891). — [Tab. VI, Fig. 16—18]. — Brasilia: Prov. Rio Grande do Sul[1] [Sellow n. 3919; herb. Berol.].

Die Art ist von allen übrigen wohlverschieden durch die unten vollständig

[1] Nach Urban's Biographie über Sellow in Engler's Bot. Jahrb. 17, p. 196.

glatten Blätter. Die Form derselben spricht für nähere Verwandtschaft mit *P. sagittata*, das Aussehn der Frucht dagegen ähnt mehr dem bei *hastata* oder *prionophylla*. Die Hüllkelchzipfel sind lanzettlich mit breiter Basis, spitzig und bedeutend länger als der Kelch, am meisten an die bei *P. Malmeana* erinnernd.

P. rhodantha HOCHR. in Ann. du Conserv. et du Jardin bot. de Genève 1902 p. 44. — CHODAT et HASSLER in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5 p. 296. — Paraguay: in regione fluminis Capibary [HASSLER 4385; herb. Boiss. et Berol.].

Eine sehr schöne kleine Art, bisher nur von der genannten Lokalität bekannt, den vegetativen Teilen nach am meisten an *sagittata* erinnernd, mit derselben charakteristischen Form der Blätter. Auch in der Form der Hüllkelchzipfel ähnt sie etwas dieser Art; diese sind nämlich rund und abgestumpft, im Gegensatz aber zu dem typischen Verhältnis bei *sagittata* nach der Basis zu schmäler werdend. Die goldgelbe, reiche Behaarung unterscheidet jedoch *rhodantha* schon, was die vegetativen Teile angeht, deutlich von *sagittata*. HOCHREUTINER stellt die Art in die Nähe von *Urbaniana*, was vielleicht ebenso berechtigt sein dürfte. Zunächst ist sie dann mit deren Varietät *villosa* vergleichbar. In der Skulptur der Früchte soll sie nämlich nach HOCHREUTINER mit *Urbaniana* übereinstimmen; die mir zugänglichen Exemplare entbehrten der Früchte.

P. nana R. E. FR. in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 7 p. 999 (1907). — [Tab. IV, fig. 3—6]. Uruguay: Depart. Durazno, Cuesta de Cuadras. In saxosis [Herb. Boissier.].

Wie die Abbildung der Karpiden zeigt, ähnen diese in der Skulptur usw. sehr denen von *hastata*. Am nächsten steht sie jedoch entschieden der folgenden Art; siehe Näheres am angeführten Orte in Bull. de l'Herb. Boiss., wo die Art beschrieben ist.

P. glechomoides A. JUSS. in ST.-HILAIRE, Fl. bras. merid. I p. 227 tab. 45 (1827). — Uruguay: sine loco accuratius indicato [TWEEDIE; herb. Kew. — SELLOW d 74; Mus. Brit.]; Montevideo [Capt. KING 136; ibid. et Kew. — ARSENE ISABELLE; Kew]; Maldonado [CUMMINGHAM; ibid.]. — Argentina: Entrerios, Concepcion del Uruguay [CLARAZ n. 276; herb. Kew.]. — Bolivia australis: Padcaya [FIEBRIG 2535; Mus. Brit.].

Die Art variiert ziemlich stark inbezug auf Dichtigkeit und Farbe der Behaarung; bisweilen äusserst dicht rotgelb sternhaarig, erinnert sie an *P. rhodantha*, von der sie jedoch durch Blattform, Aussenkelch usw. wohlverschieden ist. Von der vorhergehenden Art ist sie am besten an den runden oder nierenförmigen Blättern und ausserdem an den grösseren Blüten und kräftiger retikulierten Karpiden zu unterscheiden. Keines der Exemplare, die ich von *glechomoides* gesehen, variiert nach der charakteristischen Blattform der *nana* hin [vgl. ST.-HIL.'s Abbildung mit meiner Taf. IV, Fig. 3], weshalb sie meines Erachtens als verschiedene Arten zu betrachten sind ungeachtet ihrer unzweifelhaften, sehr engen Verwandtschaft.

P. pulchra HOCHR. in Ann. du Conserv. et du Jardin bot. de Genève 6 p. 42 (1902). — CHODAT et HASSLER in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5 p. 296 (1905). — Paraguay: in regione fluminis Capibary [HASSLER 4384; in herb. Boiss. et Berol.]; in viciniis Caaguazú [HASSLER 9091; herb. Mus. Brit.].

In der kräftigen Entwicklung des Kelches, der Behaarung der Blätter usw. an die folgende Art erinnernd, von welcher sie jedoch durch die kürzere und breitere, mehr rein trianguläre Blattform und durch die grösseren Blüten, die eine Grösse von 7 cm im Durchmesser erreichen können, wohlverschieden ist. Fruchtexemplare haben mir nicht zur Verfügung gestanden.

P. belophylla HOCHR. l. c. p. 43. — CHODAT et HASSLER in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5 p. 296 (1905); pro parte. — Brasilia: Prov. Rio Grande do Sul, Cruz Alta, in campo aprico [MALME II: sine num.; herb. Regnell.]. — Paraguay: in regione fluminis Curuguaty, Sierra de Maracayu [HASSLER 4602; in herb. Boiss.].

Das brasilianische Exemplar stimmt ausgezeichnet mit dem zitierten HASSLER'schen, auf welches die Art gegründet ist, überein. Wie auch HOCHREUTINER betont hat, steht *P. belophylla* der folgenden Art sehr nahe. An allen den Blüten, die ich untersucht habe, war der Hüllkelch 5-zipflig; der bisweilen 6-zipflige, den HOCHREUTINER beobachtet hat, dürfte wohl eine Bildungsabweichung darstellen und braucht nicht einer nahen Verwandtschaft der beiden Arten zu widersprechen. In der Blattform und Behaarung, in der Skulptur der Früchte usw. stimmen sie vollkommen überein. Der einzige bemerkenswerte Unterschied liegt in der kräftigen Entwicklung des Kelches mit an der Basis herzförmig zusammengezogenen Zipfeln, der Form nach eine Analogie zu dem bei *Sida hastata* bildend. Dieses Merkmal ist jedoch so augenfällig, dass ein Zweifel über die Absonderung der Art kaum denkbar ist.

P. hastata CAV., Diss. III. p. 138. tab. 47. fig. 2 (1787). — BENTHAM, Fl. austral. I p. 207 (1863). — GÜRKE in MART., Fl. brasil. 12: 3 p. 499 (1891); pro parte. — Syn.: *Greevesia cleisocalyx* F. MÜLLER in Kew Journ. 8 p. 8 (1856). — [Tab. VI, fig. 7—10 et VII, fig. 3].

Brasilia: sine loco indicato [ST.-HILAIRE; herb. Berol.]. Rio de Janeiro [N. J. ANDERSSON; herb. Regnell.]. Prov. São Paulo: S. Ignacio [SELLOW B 1923 c 1419; herb. Berol.]; Campos do Jordão [MOURA 669; ibid.]. Prov. Rio Grande do Sul: loco haud indicato [SELLOW d 1775, d 2114 et d 2522; ibid. — FOX n. 73; herb. Kew.]; Porto Alegre [MALME II: 1347; herb. Regnell.].

Uruguay: Montevideo [Capt. KING n. 261; Mus. Brit. — GIBERT 1041; Kew. — BALL; ibid.]; Depart. Minas, Cerro Arequita [Herb. Boiss.].

Paraguay: in regione cursus superioris fluminis Apa [HASSLER 8126 et 8235; Mus. Brit.]; Estancia Armonia [ANISITS 1917; herb. Regn.]; in regione cursus superioris fluminis Jejui-guazú [HASSLER 5684; herb. Boiss.]; Villa Rica [BALANSA 1598; ibid.]; Villa Encarnacion [BETTFREUND 86; herb. Berol.]; Tobatí [FIEBRIG 812; ibid.];

in regione cursus superioris fluminis Y-acá [HASSLER 6967; ibid., sub nomine *P. belophylla* HOCHR.].

Argentina: Tucuman [TWEEDIE; Kew]; Toldos ad Rio Vermejo [FIEBRIG 3325; herb. Berol.]; Entrerios, Paraná [BETTFREUND 149; ibid.]; Córdoba [O. KUNTZE; ibid. et in herb. Boiss.]; Buenos Aires [TWEEDIE; Kew et Mus. Brit.].

Australia: sine loco indicato [D'URVILLE; herb. Berol. — LINDLEY; Kew. — Eastern trop. interior of Australia: F. MÜLLER; ibid.]. Queensland australia [WARBURG 19236; herb. Berol.]; DAWSON RIVER [F. MÜLLER; Kew]; Brisbane River [Kew]. New South Wales: Liverpool Plains [CUMMINGHAM; ibid.]; Coonabarrabran [LAMONT 8; Mus. Brit.]; Port Jackson [BROWN; herb. Berol.]. Victoria [F. MÜLLER; Kew].

Wie aus dem hier gelieferten Verzeichnis über die Orte, von welchen her die Art mir bekannt ist, hervorgeht, besitzt diese eine sehr eigentümliche Verbreitung. In Südamerika kommt sie in den östlichen Staaten von Brasilien von der Höhe von Rio de Janeiro an südwärts durch Paraguay und Uruguay bis hinein in das zentrale Argentinien vor. Daneben aber hat sie ein Verbreitungszentrum im südöstlichen Australien. An beiden Orten scheint sie völlig wild zu sein. Bei einem Vergleich zwischen den amerikanischen und den australischen Exemplaren habe ich keine Unterschiede finden können, auf Grund deren die Art in zwei Unterarten, entsprechend den beiden Verbreitungsgebieten, gespalten werden könnte.

Die Begrenzung, die GÜRKE der *P. hastata* in Fl. brasiliensis giebt, scheint mir allzu weit zu sein, sodass die Art daselbst wenigstens ein paar verschiedene in sich schliesst. Die hier zitierte GLAZIOU'sche Nummer 15836 unterscheidet sich habituell und in einer Reihe anderer, wie mir scheint, wichtiger Charaktere, von den anderen, sodass ich sie als besondere Art [s. die folgende] aufführen zu müssen geglaubt habe. Einige andere Exemplare, gesammelt von REGNELL, WIDGREN und MOSÉN, zeichnen sich durch Unterschiede in der Behaarung, der Fruchtskulptur usw. aus, welche Eigenschaften stets gemeinsam auftreten; sie machen daher meines Erachtens die Vereinigung dieser Exemplare unter einer neuen Art (*P. Gürkeana;* s. unten) notwendig.

Aber auch bei der engeren Begrenzung, wie ich sie hier *Pavonia hastata* gegeben, umfasst sie doch wenigstens ein paar verschiedene Formen und weist im übrigen eine recht grosse Variabilität auf. Auf eine nähere Erörterung der Formen der Art (oder Elementararten) wage ich mich gegenwärtig nicht einzulassen, die Sache scheint aber wohl einer Untersuchung wert, am besten im Zusammenhang mit Kulturversuchen. Hier sei nur auf die Exemplare hingewiesen, die von O. KUNTZE bei Córdoba eingesammelt worden sind, und die sich durch ihren kräftig entwickelten Hüllkelch (Fig. 7, Taf. VI) mit den ovalen Zipfeln von ungefähr derselben Form und Grösse wie die Kelchzipfel auszeichnen; ferner auf MOURA's Exemplar von S. Paulo, dessen Blätter auf der Oberseite statt der dichten Sternhaare lange, einfache, angedrückte und spärlich sitzende Haare haben; doch ist das Exemplar allzu unvollständig, um auf dieses Merkmal allzu viel bauen zu können. Ferner sei an die kleinblättrigen Exemplare mit kürzerer, mehr runder Blattform erinnert, die von GÜRKE (in Fl. bras.) als *f. brevifolia* abgesondert worden sind. Die typischsten derselben weisen zwar eine

grosse habituelle Verschiedenheit auf, durch gleichmässige Übergänge aber ist die Form mit der typischen (*f. longifolia* GÜRKE l. c. pro parte) verbunden. Zur *f. brevifolia* können folgende Exemplare unter dem Material (aus dem Berliner Museum) gestellt werden, das ich untersucht habe: Uruguay (SELLOW d. 7 et d. 67 (Montevideo) et 697]; Montevideo [GAUDICHAUD. — Kapt. KING]. Argentina: Sierra Chaco [LORENTZ 193 b]; Sierra Pampeana, Las Peñas et S. Francisco [LORENTZ 279]; Patagonien, Sierra Curamalar [LORENTZ et NIEDERLEIN]; Sierra Ventana [LORENTZ 193].

Bedeutend mehr freistehend als diese Form ist die Varietät, die GÜRKE (l. c.) als *glabriuscula* (Brasilia: SELLOW) abgesondert hat. Habituell erinnert diese an die folgende Art, entbehrt aber ihr dichteres Sternhaarkleid, die feinwarzigen Blätter und das erhabene dichte Nervennetz auf den Blattflächen. An dem Exemplar, das ich von *glabriuscula* untersucht habe, fehlten Früchte; die Abweichungen von der typischen *hastata* in den vegetativen Teilen sind so gross, dass es meines Erachtens das Wahrscheinlichste ist, dass auch die Früchte Verschiedenheiten aufweisen müssen, dass wir es hier also mit einer besonderen Art zu tun hätten.

Es sei schliesslich eine Beschreibung von *Pavonia hastata* in dem Umfange, wie sie hier genommen wird, gegeben:

Suffrutex erectus, ramosus, ramis dense et breviter pilis stellatis cinereis vel cinereo-flavidis tomentosis. Folia spiraliter disposita. Stipulæ filiformes, tomentosæ, 3—5 mm. longæ. Petioli dense breviterque tomentosi, 1 usque ad 2 cm. longi. Laminæ membranaceæ vel membranaceo-rigidæ, lanceolatæ vel lineari-lanceolatæ, foliorum inferiorum interdum plus minus rotundato-triangulares, acutæ, basi hastatæ (incisura acuta vel lobis valde divergentibus aperta), margine crenato-dentatæ, glandulis immersis pellucidis et vulgo tomento occultis instructæ, supra pilis stellatis brevibus dense et in superficie tota dispositis tectæ, subtus albido-cinerascentes et brevissime ac vulgo densissime tomentellæ, interdum insuper pilis longioribus hirsutæ; costa ac nervi validiores supra plani vel depressi, subtus prominentes, venulæ supra inconspicuæ, subtus reticulatim prominulæ; laminæ magnitudine valde variabiles, 1,5—7 cm. longæ, 0,7—2 cm. latæ. Flores axillares, solitarii; pedunculi ad 2,5 cm. longi, 2—4 mm. infra calycem plus minus conspicue articulati, ut caulis tomentosi. Involucri phylla 5, oblanceolata vel spathulata, acuta et basi angustata, 3—5-nervia, stellato-tomentella, pilis longioribus destituta vel instructa, 5—7 mm. longa et 2,5—4 mm. lata. Calyx 7,5—10 mm. longus, tomentosus, in lacinias 5—7 mm. longas, ovato-triangulares, acutas, 5-nervias divisus. Corolla albido-rosea, obscurius venosa et basi purpureo-maculata, 1,8—2,5 cm. longa, extus sparse stellato-hirsuta, petalorum marginibus basi albo-hirsutis. Stamina pistillaque corolla subduplo breviora. Carpidia oblique ovoidea, lateraliter complanata, apice rotundata, breviter hirsuta, elevatim et dense reticulata, tuberculis destituta vel apicem versus duobus minutis instructa, 4 mm. longa, 3 mm. lata et 2 mm. crassa.

P. prionophylla n. sp. [Tab. VI, fig. 13—15]. — Syn.: *Pavonia hastata* CAV. *var. a. pubescens* GÜRKE *forma α longifolia* GÜRKE in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 500, pro parte. — Fruticulus parce ramosus, ramis teretibus, pilis stellatis minutis cinereo-

olivaceis tomentosis, scabris, in partibus junioribus pilis stellatis majoribus intermixtis instructis; internodia ad 6 cm. longa. Folia spiraliter disposita; stipulæ filiformes, hirsutæ, 5—7 mm. longæ; petioli pro rata breves, 1—1,3 cm. longi, teretes, dense tomentosi; laminæ rigide membranaceæ, verticaliter pendentes et petiolo 5—6-ies longiores, lanceolatæ vel inferiores ovatæ et superiores lineari-lanceolatæ, acutæ, basi sagittatæ (incisuræ lateribus divergentibus), margine acute et regulariter serratæ, glandulas punctiformes pellucidas supra verrucæformiter prominentes crebras gerentes, supra insuper pilis stellatis sparsis in nervis majoribus sitis scabræ, subtus densius stellato-hirsutæ, nervis majoribus ut rete venularum et supra et subtus prominulis conspicue reticulatæ; laminæ maximæ 6,5 cm. longæ et 2—2,5 cm. latæ. Flores axillares solitarii vel ad apicem ramorum corymboso-congesti; pedunculi erecti, sicut petioli hirsuti et iis circ. duplo vel triplo longiores, fructiferi ad 2 cm. longi, c. 3 mm. infra calycem articulati. Involucrum uniseriale, 5-phyllum; phylla ovato-elliptica, acuta, basi valde contracta, scabrido-hirsuta, 6—7 mm. longa et 3—4 mm. lata. Calyx c. 8 mm. longus, involucrum paulo superans, fere ad basin 5-partitus, lobis ovatis, acutis, trinerviis, extus scabrido-hirsutis, 4—4,5 mm. latis. Carpidia oblique ovata, obtusa, lateraliter complanata, castanea et breviter albido-hirsuta, laxe et elevatim reticulata, apicem versus tuberculis minutis ornata, 4 mm. longa, 3 mm. lata et 2 mm. crassa.

Brasilia: »Prov. Rio de Janeiro et Minas Geraës» [1887. GLAZIOU n. 15836; herb. Berol. et Kew.].

Die fragliche Nummer, auf welche diese Art gegründet ist, wird, wie oben erwähnt, von GÜRKE unter *P. hastata* aufgeführt, und unzweifelhaft steht sie auch dieser sehr nahe. Ungeachtet des spärlichen Materials, das mir zur Verfügung gestanden, glaube ich jedoch die Art absondern zu müssen und zwar wegen der sehr charakteristischen Behaarung der Blätter (fast glatte Oberseite und mit grossen Sternhaaren besetzte, aber nicht kurz- und weisswollige Unterseite), wegen der regelmässigen, scharfen Zähnelung der Blätter und des sowohl oben wie unten erhabenen, dichten Nervennetzes sowie ferner wegen der Form der Hüllkelchzipfel und der spärlichen Retikulierung der nahe der Spitze mit ein paar kleinen Warzen versehenen Karpiden.

P. Gürkeana n. sp. [Tab. VI, fig. 11—12 et Tab. VII, fig. 1—2]. — Syn.: *Pavonia hastata* CAV. *var. a. pubescens* GÜRKE *forma α longifolia* GÜRKE in MART., Fl. bras. 12: 3 p. 500, pro parte. — Frutex erectus, parce ramosus, usque ad 1 m. altus (vel ultra?), ramis pilis stellatis minutis et majoribus intermixtis cinereo-olivaceis dense tomentosis; internodia ad 4 cm. longa. Folia spiraliter disposita. Stipulæ subulatæ, acutæ, puberulæ, 2—4 mm. longæ. Petioli patentes vel etiam divaricati, tomento ramulorum, sursum densiore vestiti, 1—2 cm. longi, laminis ter quaterve breviores. Laminæ membranaceæ, anguste triangulari-oblongæ, a basi ad apicem sensim angustatæ, summo apice acutæ vel obtusiusculæ, basi sagittatæ vel cordato-hastatæ (lobis basalibus 3—10 mm. longis divergentibus, incisura angulum acutum vel subrectum formante), margine revoluto, incisura basali integra excepta, dentatæ (dentibus acutis vel obtusis, 2—7 mm. latis et $^1/_2$—2 mm. altis), supra virides et pilis stellatis laxiuscule instructæ, subtus pallidiores et laxe vel densiuscule stellato-pilosæ

(superficie tomento non occulto), in nervis validioribus pilis simplicibus longioribus instructæ, 7-nerviæ, rete venularum supra inconspicuo, subtus leviter prominente; laminæ 2—7,5 cm. longæ, 0,5—2,5 cm. latæ. Flores axillares solitarii, pedunculis rigidis patentibus vel diffusis et apicem versus sursum curvatis, 2,5—6 cm. longis et 4—8 mm. infra calycem articulatis, sicut ramuli tomentosis et supra articulum longius densiusque pilosis. Involucri phylla 5, lanceolata, apice acuta, basi contracta, breviter stellato-tomentosa, 5—6 mm. longa, 2,5—3 mm. lata. Calyx involucrum superans, 7—9 mm. longus, extus in nervis longepilosus, intus glaber et margine apiceque tomentellus, laciniis ovato-triangularibus, acutis, 5-nerviis, 5—7 mm. longis et 3,5—5 mm. latis. Corolla rosea, purpureo-striata et basi atropurpureo-maculata, 2—2,8 cm. longa, petalis extus sparse stellato-pilosis et basi margine dense albo-tomentosis. Androecium 6—8 mm. longum, styli circ. 4 mm. longiores. Carpidia semiorbicularia, breviter et laxe albo-pilosa, dorso carinata et in lateribus elevatim reticulata apicemque versus tuberculis erectis, acutis, circ. $^1/_2$ mm. longis instructa, 4,5 mm. longa, 3 mm. lata et 2,5 mm. crassa.

var. α major R. E. Fr. [Tab. VII, fig. 1]. — Foliorum laminæ oblongo-triangulares, majores, 5—7 cm. longæ et 1,5—2,5 cm. latæ.

Brasilia: Minas Geraës, Caldas [Regnell II: 16*, loco sicco; herb. Regnell. — Mosén 819, in ripa aprica subhumida amnis Rio Capivary; ibid.]. Prov. Paraná [P. Dusén; ibid.].

var. β minor R. E. Fr. [Tab. VII, fig. 2]. — Foliorum laminæ lineari-oblongæ, a basi ad apicem sensim angustatæ, minores, 2—6 cm. longæ et 0,5—1,5 cm. latæ, vulgo circ. 4 × 1 cm. metientes.

Brasiliæ prov. Minas Geraës: loco non indicato [Widgren sine num. et n. 513; herb. Regnell.]; Caldas [Regnell II: 15 b; ibid. et in herb. Kew. et Berol.].

Wie bereits erwähnt worden ist, stellt *P. Gürkeana* eine Differenzierung aus *P. hastata* dar, so wie diese in Fl. bras. aufgefasst wird. Sie wird, was die vegetativen Teile betrifft, durch spärlicher zerstreute und längere Sternhaare auf der Blattunterseite charakterisiert, welche Haare keinen dichten, weissen und dünnen Überzug wie bei *hastata* bilden, sondern so spärlich sitzen, dass das Mesophyll nicht verborgen wird. Mit diesem Merkmal kombiniert sich die systematisch wichtigere verschiedene Skulptur auf den Karpiden, welcher, meinen Befunden nach zu urteilen, grosse Bedeutung beizumessen ist. Die Unterschiede zwischen den Karpiden von *hastata* und *Gürkeana* ergeben sich am besten bei einem Vergleich zwischen Fig. 9—10 und 11—12 [Taf. VI], welche letztere zeigen, wie die Karpiden von *Gürkeana* besonders nach oben zu mit aufwärtsgerichteten Warzen oder Stacheln versehen sind, die bei *hastata* ganz fehlen oder nur schwach angedeutet sind, ungefähr in demselben Grade wie bei *prionophylla* (s. Fig. 14—15, Taf. VI). *P. Gürkeana* ist ausserdem durch längeren Blüten- und Fruchtstiel ausgezeichnet, der bei der Fruchtreife mehr absteht, wodurch die Art gewöhnlich schon habituell sich von *hastata* unterscheidet.

Das Material, das ich von der Art gehabt habe, lässt sich leicht auf zwei Typen verteilen, einen gröberen (α *major*) und einen zarteren (β *minor*), von denen die Figuren 1 und 2 auf Taf. VII typische Exemplare zeigen. Unterschiede in den floralen Teilen, in der Behaarung oder in anderen habe ich nicht finden können.

P. Gürkeana hat eine beschränktere Verbreitung als *hastata* und kommt nur innerhalb des nördlichsten Teils der brasilianischen Verbreitungsarea dieser letzteren vor; auch dies scheint mir für ihre artliche Verschiedenheit zu sprechen.

P. consobrina N. E. Brown in Trans. and proc. bot. soc. Edinburgh. Vol. 20 p. 47 (1894). — Argentina: Rio Pilcomayo, »in shady spots by river side near Fortin Page» [Graham Kerr 66; in herb. Kew.]. — Uruguay: Montevideo [Gibert n. 126 et 351; ibid.]. — Tab. VI, fig. 19—20.

Die beiden uruguayschen Exemplare gleichen einander vollständig und weichen von dem argentinischen durch grössere und spärlicher sternhaarige Blätter ab; in allem Wesentlichen (Aussenkelch, Früchte u. s. w.) gleichen sie jedoch einander, sodass sie nicht von einander zu trennen sein dürften. Von *hastata*, welcher die Art sehr ähnt, unterscheidet sie sich durch den kürzeren Blütenstiel (von der Länge der Blattstiele oder kürzer), durch die Länge der Hüllkelchzipfel, welche den Kelch überragen, und durch die kleine Blumenkrone, die nur $^1/_4$ Zoll lang ist und den Kelch nicht überragt. Die Art ist wohl einer genaueren Untersuchung wert, wenn reicheres Material erhalten werden könnte, besonders betreffs ihres Verhältnisses zu *hastata* und der folgenden Art.

P. bullulata Hochr. in Bull. de l'Herb. Boissier. Sér. II: 5 p. 299 (1905). — Paraguay: in regione cursus superioris fluminis Y-acá [Hassler 6987; in herb. Boiss. et Berol.].

Steht der vorhergehenden Art am nächsten, welcher sie besonders in den kurzen Blütenstielen, den spärlich sternhaarigen Blättern u. s. w. ähnt; von ihr unterscheidet sich *bullulata* jedoch durch noch spärlichere und rauhere Behaarung, vor allem aber durch die grösseren Blüten, deren Krone doppelt so lang wie der Kelch wird. Fruchtexemplare von der Art habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen.

P. Urbaniana Gürke in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 501. tab. 95, fig. 3. — [Tab. VI, fig. 24—27 und Tab. VII, fig. 5].

var. α tomentoso-velutina Gürke l. c. — Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: loco haud indicato [Sellow d 1622[1]; herb. Berol.]; Porto Alegre [Reineck et Czermak n. 266; ibid. et herb. Regn.]; Excolonia S:to Angelo [Schwarzer; herb. Regn.]; Tristeza pr. Porto Alegre [Malme II: 775; ibid.].

Argentina: Entrerios, Concepcion del Uruguay [Lorentz 649; herb. Boiss., Berol. et Upsal.].

[1] Nach Urban's Biographie über Sellow, in Engler, Bot. Jahrb. 17, p. 196.

Uruguay: Bords de Rio Negro [GIBERT 264; herb. Kew.]; Bords de S:a Lucia, Banda oriental [GIBERT 691; ibid.].

var. β villosa GÜRKE l. c. — Brasilia: Prov. S:a Catharina [SELLOW n. 4357; herb. Berol.].

var. γ macrantha nov. var. [Tab. VII, fig. 5]. — Ramuli dense stellato-tomentosi; folia linearia, circ. 5—7 cm. longa et 1,2 cm. lata, densiuscule stellato-tomentosa; involucri phylla anguste cuneata, acuta, c. 8—9 mm. longa et sub apice c. 3—4,5 mm., basi c. 1,5—2,5 mm. lata, calyce paulo breviora; corolla ad 3 cm. longa.

Brasilia: Rio Grande do Sul, Cruz Alta. In palude graminoso [MALME II: 1132; herb. Regn.].

Die Varietäten *tomentoso-velutina* und *villosa* stehen einander unzweifelhaft sehr nahe, sind aber bereits habituell leicht von einander an der so verschiedenen Behaarung zu unterscheiden. Die *var. macrantha* kommt bezüglich des Induments der erstgenannten am nächsten, obwohl die Blätter bedeutend spärlicher wollhaarig sind. Was sie vor allem von den beiden GÜRKE'schen Varietäten unterscheidet, ist, wie der Name angiebt, die grosse Blumenkrone, die eine Länge von bis zu 3 cm erreicht; an den beiden übrigen Varietäten habe ich keine Blüte angetroffen, deren Krone mehr als 2,2 cm gemessen hat, gewöhnlich erreichen sie nur eine Länge von 1,7—2 cm. Von *macrantha* haben mir keine Früchte zur Verfügung gestanden; möglicherweise hätten diese über ihre Stellung und Verwandtschaftsverhältnisse irgendwie Aufschluss geben können.

P. Urbaniana besitzt, wie aus den angeführten Lokalen hervorgeht, eine recht beschränkte Verbreitung über Südbrasilien, Uruguay und den angrenzenden Teil von Argentinien. Von den Varietäten hat *tomentoso-velutina* die grösste bekannte Verbreitung, erstreckt sich jedoch nur über c:a 7 Breitengrade; die Verbreitungsarea von *macrantha* liegt innerhalb der jenigen der letztangeführten, wogegen die von *villosa* ausserhalb der der anderen liegt. Halten wir uns hier an die beiden GÜRKE'schen Typen, von denen vollständiges Material vorliegt, so scheinen diese geographischen Fakta in gewisser Weise zu bestätigen, dass wir es hier mit systematischen Einheiten höheren Ranges als Varietäten (geographischen Unterarten oder Arten) zu tun haben. Die Flora in den fraglichen Gebieten ist jedoch noch zu wenig bekannt, als dass man sich sicher hierüber äussern könnte. Hingewiesen sei jedoch darauf, dass mit der so charakteristischen verschiedenen Behaarung, auf die GÜRKE die Teilung gegründet hat, eine Verschiedenheit in dem Aussehn der Früchte kombiniert ist. Wenigstens besitzen alle fruchttragenden Exemplare, die ich von *tomentoso-velutina* gesehen, eine unter einander übereinstimmende Skulptur, die von der von *villosa* abweicht. Der Unterschied ergiebt sich vielleicht am deutlichsten aus den Abbildungen, s. Fig. 24—27 [Taf. VI]. Letztere besitzt bedeutend unregelmässiger zerstreute, tiefere Gruben und höhere Warzen und entbehrt der recht markierten Querrippen, wie sie die Karpiden der ersteren auszeichnen. In Fl. bras. 12: 3, Taf. 95, Fig. 3 hat GÜRKE offenbar ein

paar zu *tomentoso-velutina* gehörende Karpiden abgebildet. Möglicherweise lässt sich auch den Blättern ein Unterschied zwischen den Varietäten entnehmen, indem bei *villosa* die Innenseiten der Basallappen mehr parallel sind oder gar einander decken, während die andere überwiegend einen mehr offenen Einschnitt an der Blattbasis zu haben scheint.

P. Malmeana n. sp. [Tab. VI, fig. 21—23; Tab. VII, fig. 4]. — Suffrutex erectus, parce ramosus, internodiis teretibus, ad 8 cm. longis, pilis stellatis cinereo-olivaceis dense tomentosis. Folia spiraliter disposita. Stipulæ filiformes, 2,5—4 mm. longæ, hirsutæ. Petioli teretes, sicut caulis tomentosi, ad 2 cm., vulgo tamen circ. 1 cm. longi. Laminæ rigide membranaceæ, anguste oblongæ, hastatæ, apice acutiusculæ, basi profunde incisæ (lobis basalibus divergentibus vel subparallelis), margine dentatæ (dentibus ad 5 mm. latis, 1—2 mm. altis, obtusiusculis), supra dense pilis stellatis vestitæ, subtus pallidiores et tomento albido-cinereo mollissimo tectæ; nervus medius supra paulo, subtus evidentius prominulus, secundarii (et venulæ) supra vix conspicui, subtus prominentes; laminæ circ. 5—9 cm. longæ et 1,3—2,8 cm. latæ, petiolis 5—6-ies longiores. Flores in axillis foliorum superiorum solitarii; pedunculi erecti, ut caulis tomentosi, 2—4 cm. longi et petiolum bis vel ter longitudine superantes. Involucri phylla 5, lineari-oblonga vel linearia, acuta, supra et subtus stellato-tomentosa, 1,4—1,5 cm. longa et 2,5—4 mm. lata. Calyx 10—12 mm. longus et involucro evidenter brevior, fere ad basin in lacinias lineari-lanceolatas, acutas, circ. 3 mm. latas, trinervias divisus. Corolla 3—3,5 cm. longa, petalis albido-roseis, purpureo-striatis et basi macula atropurpurea ornatis, extus parcissime stellato-hirsutis et marginibus basi pilosis. Androecium 10—12 mm. longum; tubus glaber, atropurpureus. Styli c. 1,5 cm. longi. Carpidia valde et irregulariter rugoso-tuberculata, 5 mm. longa, 3,5 mm. lata et 3 mm. crassa.

Brasiliæ prov. Rio Grande do Sul: Cachoeira in palude graminoso [Malme II: 1059]. — Mense Jan. florebat. — Typus in herb. Regnelliano.

Pavonia Malmeana ist *P. Urbaniana var. tomentoso-velutina* habituell sehr ähnlich. Dieselbe Art von Behaarung und dieselbe Blattform zeichnen sie beide aus. Die erstere wird jedoch sehr gut durch die langgestielten, einzeln sitzenden Blüten charakterisiert, welche bei *Urbaniana* an ziemlich kurzen Stielen an den Zweigspitzen dicht zusammengedrängt stehen, ferner durch den langen Hüllkelch, dessen Blätter die des Kelches überragen, durch die bedeutend grössere Blumenkrone und durch eine andere Skulptur auf der Oberfläche der Karpiden.

Fam. Tiliaceæ.

Sloanea L.

In Matto Grosso ist nur eine Art bekannt, *Sl. Maximowicziana* K. Sch., von Malme eingesammelt bei S:a Anna da Chapada. Sterile Exemplare, die mit Vorbehalt dieser Art zugewiesen wurden, sind von Sp. Moore[1] am Strande des Paraguayflusses zwischen Santa Cruz und Diamantino eingesammelt worden. Die Malme'schen Exemplare stimmen gut mit der Beschreibung und mit einem sterilen Riedel'schen Exemplar im Regnell'schen Herbarium überein. Die Art blühte im September und trug da weisse, wohlriechende Blüten. Sie schien feuchte Stellen im Urwald zu bevorzugen und wurde dort ein Baum von bedeutender Grösse, der jedoch nicht die Höhe der grössten Waldbäume erreichte; der Stamm gerade mit dunkler, rissiger und etwas abblätternder Rinde und runder (nicht schirmförmiger) Krone. — Bis nach Paraguay herunter erstreckt sich nicht das Verbreitungsgebiet der Gattung.

Apeiba Aubl.

A. tibourbou Aubl., Pl. Guian. I p. 538 tab. 213. — K. Schumann in Martius, Fl. bras. 12: 3 p. 143. — Brasilia: Matto Grosso, S:a Anna da Chapada. In silva cædua (»capoeira») [Malme II: 2470 et 2470 a; herb. Regn.].

Corchorus L.

Aus Matto Grosso haben sowohl Lindman [von S:a Cruz da Barra, A 3239] wie Malme [Cuyabá] *C. hirtus* L. *var. cuyabensis* K. Sch. eingesammelt, und auch früher ist sie nur in dieser Landschaft gefunden worden [Riedel bei Cuyabá]. Alle Exemplare stimmen gut mit der Beschreibung überein, ausser dass die Blattstiele bedeutend länger als die Nebenblätter sind. Die Form kommt nach Riedel an feuchten Örtlichkeiten vor, sowohl nach Malme als nach Lindman ist sie eine Ruderalpflanze. Auch *var. brasiliensis* K. Sch. kommt sowohl von Matto Grosso [Lindman

[1] Sp. Moore in Trans. Linn. Soc. London. Bot. II: 4 p. 321.

A 3267: Buritizinho und MALME I:1612 B; Cuyabá] als von Paraguay [LINDMAN A 1699½; Asuncion] vor. Bei Santa Anna da Chapada hat MALME eine Form eingesammelt, die bezüglich der Blatt- und Fruchtform u. a. so mit *brasiliensis* übereinstimmt, dass sie ohne Zweifel zu dieser Art gehört. Durch die lichtere Behaarung weicht sie jedoch ab, indem nur die Mittelnerven und die gröberen Nerven mit einer Reihe Haaren besetzt, und nur auf jungen Blättern auch die übrige Blattfläche spärlich mit Haaren bestreut ist [*f. glabriusculus*]; die Früchte sind reich behaart. — Von Matto Grosso ist auch noch eine *hirtus*-Form eingesammelt worden, nämlich *var. villosissimus* (ST.-HIL.) K. SCH.; sie kam auf sandigen, steinigen und etwas feuchten, ziemlich offenen Lokalitäten in Ruderalcerrados bei Cuyabá vor [MALME I: 1612 B* und II: 3151]. Auch aus Paraguay ist diese Form im Regnellschen Herbarium [ANISITS 2763] vertreten.

Aus der Provinz Rio Grande do Sul sammelte MALME [II: 794; Canôas pr. Porto Alegre] *Corchorus argutus* HBK. *var. prismatocarpus* (ST.-HIL.) K. SCH. ein, welche Form neu für das südliche Brasilien ist.

Lühea WILLD.

In Matto Grosso kommen drei Arten vor: *uniflora*, *speciosa* und *paniculata*. Von Paraguay sind bisher bekannt *uniflora*, *paniculata* und *divaricata* (ANISITS Nr. 523, BALANSA 2010, 2010 a). Unter den ANISITS'schen Sammlungen im REGNELL'schen Herbarium fand sich auch eine *Lühea*-Art aus genanntem Lande, die ich nicht habe beschrieben finden können, und die daher hier als eine neue Art aufgestellt wird:

L. microcarpa nov. sp. [Tab. II, fig. 5—6]. — Arbuscula parva, cortice lævi, albido; ramuli novelli pilis stellatis brevibus densisque cinereo-fulvo-tomentelli; internodia 1—1,5 cm. longa. Folia coriacea, discolora, petiolata, petiolis longitudinaliter striatulis, sicut ramulis tomentellis, 8—10 mm. longis; laminæ late ellipticæ, apice rotundatæ, basi rotundatæ vel paulo cordatæ, margine irregulariter crenato-denticulatæ, supra pilis stellatis brevissimis densisque scabridæ, subtus albido-cinereæ, omnino (in nervis et in interstitiis) brevissime sed dense tomentellæ; nervi 3—5 e petiolo radiantes, ut nervi secundarii validiores utrinque 3—4 supra subplani, subtus valde prominentes; laminæ 4,5—6 cm. longæ et 3—4,5 cm. latæ. Inflorescentiæ terminales, paucifloræ; pedicelli (fructiferi) ad 1 cm. longi. Fructus ovati, subquinquanguli, 11—17 mm. longi, 8—11 mm. lati, fulvo-tomentosi, ad medium dehiscentes, valvulis acutiusculis, planis vel paulo concavis, nervo medio interdum elevato.

Paraguay: Estancia S:a Maria; »felsige Hügel, charakteristisch für Kalk» [ANISITS 2676]. — Typus in herb. Regnell.

Obwohl nur fruchttragende Exemplare vorliegen, glaube ich sie doch als eine neue Art betrachten zu können. Die kennzeichnenden Charaktere sind die oben abgerundeten, kleinen Blätter und vor allem ihre Behaarung. Auch auf den ältesten Blättern ist die ganze Oberseite mit einer niedrigen Schicht kleiner Sternhaare bedeckt, die die Blattfläche rauh macht; die Unterseite ist äusserst dicht und äusserst kurz wol-

lig, wie mit einer weissen oder grauweissen Farbe überzogen, nicht lose filzhaarig wie z. B. bei den bei flüchtigem Hinsehn recht ähnlichen *paniculata* und *divaricata*. Charakteristisch sind auch die kleinen Früchte, die der Form nach sozusagen zwischen *uniflora* und *divaricata* stehen, der Grösse nach aber den Früchten dieser Arten nachstehen.

Triumfetta L.

Tr. althæoides Lam., Encycl. III p. 420. — K. Schumann in Mart., Fl. bras. 12: 3 p. 137.

Brasilia: Matto Grosso, S:a Anna da Chapada. In »capoeira», loco subhumido [Malmé II: 3394, pro parte; herb. Regn.].

Tr. semitriloba L. **var. brasiliensis** K. Sch. l. c. p. 135. — Zu dieser Art gehört ein Exemplar im Regnellschen Herbarium, eingesammelt von Lorentz und Hieronymus (Nr. 1009) im nördlichen Argentinien und von K. Schumann in Fl. bras. der *Tr. abutiloides* St.-Hil. zugewiesen. Diese Art scheint daher nicht der argentinischen Flora anzugehören, sondern bisher auf die Provinz Minas Geraës in Brasilien beschränkt zu sein, wo sie von St.-Hilaire eingesammelt und zuerst beschrieben wurde.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1—2. *Büttneria asperrima* R. E. Fr. Habitusbild. $^1/_1$.
» 3. » » Blüte. $^5/_1$.
» 4. » » Kronenblatt, vom Rücken gesehen. $^8/_1$.
» 5. » » » von der Seite » ».

Tafel II.

Fig. 1. *Helicteres acuminata* R. E. Fr. Blatttragender Zweig. $^1/_1$.
» 2. » » Früchte. $^1/_1$.
» 3. » *Lhotzkyana* (Schott et Endl.) K. Sch. Blatt. $^1/_1$.
» 4. *Melochia kerriæfolia* Tr. et Pl. Früchte. $^2/_1$.
» 5. *Lühea microcarpa* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 6. » » Frucht. $^1/_1$.

Tafel III.

Fig. 1. *Waltheria vernonioides* R. E. Fr. Blühender Zweig. $^1/_1$.
» 2. *Sida Regnellii* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 3. » » Kelch. $^2/_1$.
» 4. » » Karpid, von der Seite gesehen. $^5/_1$.
» 5. » » Same, vom Rücken gesehen. $^7/_1$.
» 6. » » » von der Seite » $^7/_1$.
» 7. » *tuberculata* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 8. » » Kelch. $^3/_1$.
» 9. » » Frucht, von oben gesehen. $^5/_1$.
» 10. *Abutilon Itatiaiæ* R. E. Fr. Blatttragender und blühender Zweig. $^1/_1$.
» 11. *Sida macrodon* DC. Frucht, von oben gesehen. $^4/_1$.
» 12. » *intermedia* St.-Hil. Frucht, von oben gesehen. $^4/_1$.

Tafel IV.

Fig. 1. *Bombax elegans* R. E. Fr. Teil eines Blattes. $^1/_1$.
» 2. » » Androecium. $^1/_1$.

Fig. 3. *Pavonia nana* R. E. Fr. Blatt. $^2/_1$.
» 4. » » Blüte. $^1/_1$.
» 5. » » Karpid, vom Rücken gesehen. $^5/_1$.
» 6. » » » von der Seite » ».
» 7. » *pterocarpa* R. E. Fr. Kelch mit Hüllkelch. $^1/_1$.
» 8. » » Karpid, vom Rücken gesehen. $^4/_1$.
» 9. » » » von innen » ».

Tafel V.

Fig. 1. *Pavonia campestris* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 2. » » Kelch und Hüllkelch. $^1/_1$.
» 3. » » Karpid, vom Rücken gesehen. $^4/_1$.
» 4. » *rosa-campestris* St.-Hil. *var. tomentella* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 5. » *platyloba* R. E. Fr. Blatt und Blüte. $^1/_1$.
» 6. » » Frucht mit Kelch und Hüllkelch. $^1/_1$.
» 7. » » Kelch und Hüllkelch; die Karpiden abgefallen. $^1/_1$.
» 8. » *mattogrossensis* R. E. Fr. Blatt und Blüte. $^1/_1$.
» 9. » » Karpid, vom Rücken gesehen. $^4/_1$.
» 10. » » » von der Seite » ».
» 11. » *apiculata* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 12. » » Frucht mit Kelch und Hüllkelch. $^2/_1$.
» 13. » » Karpid, vom Rücken gesehen. $^4/_1$.
» 14. » » » von der Seite » ».

Tafel VI.

Fig. 1. *Pavonia Hassleriana* Chod. Blatt und Blütenknospen. $^1/_1$.
» 2. » » Blüte. $^1/_1$.
» 3. » *sagittata* St.-Hil. Karpid, vom Rücken gesehen. $^4/_1$.
» 4. » » » von der Seite » ».
» 5. » *lanata* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 6. » » Kelch und Hüllkelch. $^1/_1$.
» 7. » *hastata* Cav. » » » ». [Specim. Kuntzeanum].
» 8. » » » » » ». [» Sellowianum].
» 9. » » Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
» 10. » » » vom Rücken » ».
» 11. » *Gürkeana* R. E. Fr. » von der Seite » ».
» 12. » » » vom Rücken » ».
» 13. » *prionophylla* R. E. Fr. Blatt. $^1/_1$.
» 14. » » Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
» 15. » » » vom Rücken » ».
» 16. » *reticulata* Garcke. Blatt. $^1/_1$.
» 17. » » Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
» 18. » » » vom Rücken » ».
» 19. » *consobrina* N. E. Br. » von der Seite » ».
» 20. » » » vom Rücken » ».
» 21. » *Malmeana* R. E. Fr. Blüte. $^1/_1$.
» 22. » » Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
» 23. » » » vom Rücken » ».
» 24. » *Urbaniana* Gürke *var. villosa* Gürke. Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
» 25. » » » » vom Rücken » ».
» 26. » » *var. tomentoso-velutina* Gürke. Karpid, von der Seite gesehen. $^4/_1$.
» 27. » » » » » vom Rücken » ».

Tafel VII.

Fig. 1. *Pavonia Gürkeana* R. E. Fr. *var. α major* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 2. » » *var. β minor* R. E. Fr. » .
» 3. » *hastata* Cav. $^1/_2$.
» 4. » *Malmeana* R. E. Fr. $^1/_2$.
» 5. » *Urbaniana* Gürke *var. macrantha* R. E. Fr. $^1/_2$.

Tryckt den 19 februari 1908.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

Th. Ekblom del.

Büttneria asperrima R. E. Fr.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

Th. Ekblom del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—2. Helicteres acuminata R. E. Fr. — 3. Helicteres Lhotzkyana (Schott et Endl.) K. Sch.
4. Melochia kerriæfolia Tr. et Pl. — 5—6. Lühea microcarpa R. E. Fr.

Th. Ekblom del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1. Waltheria vernonioides R. E. Fr. — 2—6. Sida Regnellii R. E. Fr. — 7—9. Sida tuberculata R. E. Fr.
10. Abutilon Itatiaiæ R. E. Fr. — 11. Sida macrodon DC. — 12. Sida intermedia St. Hil.

Th. Ekblom del.

Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—2. Bombax elegans R. E. Fr. — 3—6. Pavonia nana R. E. Fr. — 7—9. Pavonia pterocarpa R. E. Fr.

Th. Ekblom del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—3. Pavonia campestris R. E. Fr. — 4. Pavonia rosa-campestris St. Hil. var. tomentella R. E. Fr. — 5—7. Pavonia platyloba R. E. Fr. — 8—10. Pavonia mattogrossensis R. E. Fr. — 11—14. Pavonia apiculata R. E. Fr.

Th. Ekblom et Rob. E. Fries del. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm.

1—2. Pavonia Hassleriana Chod. — 3—4. Pav. sagittata St. Hil. — 5—6. Pav. lanata R. E. Fr. — 7—10. Pav. hastata Cav. — 11—12. Pav. Gürkeana R. E. Fr. — 13—15. Pav. prionophylla R. E. Fr. — 16—18. Pav. reticulata Garcke. — 19—20. Pav. consobrina N. E. Br. — 21—23. Pav. Malmeana R. E. Fr. — 24—25. Pav. Urbaniana Gürke var. villosa Gürke. — 26—27. Pav. Urbaniana Gürke var. tomentoso-velutina Gürke.

Foto. o. Ljustr. Justus Cederquist, Sthlm

1. Pavonia Gürkeana R. E. Fr. var. α major R. E. Fr. — 2. Pavonia Gürkeana R. E. Fr. var. β minor R. E. Fr. — 3. Pavonia hastata Cav.
4. Pavonia Malmeana R. E. Fr. — 5. Pavonia Urbaniana Gürke var. macrantha R. E. Fr.

Uppsala 1908. Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A.-B.

3 2044 106 295 744